



Valokuiturakentamisen organisointi

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, opinnäytetyö
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Rakennusmestari

2025

Niko Otava

Koulutus Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, Rakennusmestari
Tekijä Niko Otava
Työn nimi Valokuiturakentamisen Organisointi
Ohjaaja Sami Niku-Paavo

Vuosi 2025

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Puuha Puonti Oy, eteläsuomalainen maarakennusyritys, joka on viime vuodet erikoistunut valokuiturakentamiseen. Työn tavoitteena oli kehittää yrityksen valokuiturakentamisen organisointia ja projektinhallintaa, vastaamaan kasvaneiden ja samanaikaisten työmaiden vaatimuksia. Työssä tarkasteltiin valokuiturakentamisen perusteita, valokuiturakentamisen nykyisiä haasteita, kuten aikataulutusta, tiedonkulkua, dokumentointia, aliurakoitsijoiden koordinoitua sekä resurssien hallintaa. Lisäksi tutkittiin, miten Lean-periaatteita voidaan soveltaa yrityksessä ja varsinkin valokuiturakentamisen organisoinnin tehostamisessa.

Tutkimusmenetelminä käytettiin runsaasti työmaahavaintoja, työnjohdon haastatteluja sekä kirjallisuustarkastelua. Tulosten perusteella valokuiturakentamisen suurimmat haasteet liittyvät tiedonkulun pirstaleisuuteen ja katkonaisuuteen, vaihteleviin kuntakohtaisiin lupakäytäntöihin, eri osa-alueiden urakoitsijoiden koordinoituihin sekä aikataulujen ja resurssien hallinnan puutteisiin. Aliurakoitsijaketjujen yhteensovittaminen ja dokumentoinnin reaaliaikaisuus nousivat keskeisiksi kehityskohteiksi. Teoreettisen viitekehyksen sekä käytännön kokemuksen mukaan nämä ongelmat ovat tyypillisiä kasvuvaiheessa oleville urakointiorganisaatioille, joissa toimintatavat eivät ole vielä täysin vakiintuneet.

Lean-rakentamisen periaatteiden soveltaminen vaikutti osoittautuvan toimivaksi ratkaisuksi organisaation kehittämiseen. Työn tuloksena laadittiin käytännön kehitysehdotuksia, kuten yhtenäisen projektinhallintajärjestelmän käyttöönotto ja työntekijöiden perehdytys järjestelmän oikeaoppiseen käyttöön, työvaiheiden välihyväksyntäkäytäntö, resurssikalenteri sekä viikoittainen Last Planner -palaverimalli. Näiden avulla voidaan parantaa työn virtausta, vähentää jälkikorjauksia ja tehostaa kustannusten hallintaa.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että Puuha Puonti Oy:llä on kehittynyt entistä vahvempi pohja valokuiturakentamisen toteuttajana, mutta huomiokohtina toiminnan kasvun myötä sen tulee siirtyä kohti systemaattisempaa ja suunnitelmallisempaa organisointimallia. Kun prosessit saadaan yhteneväisemmäksi, yritys pystyy hallitsemaan entistä laajempia kokonaisuuksia ja parantamaan tuottavuuttaan, ilman että työn laatu tai aikataulu kärsii. Opinnäytetyö tarjoaa käytännönläheisen mallin valokuiturakentamisen organisoinnin kehittämiseen ja toimii pohjana Puuha Puonti Oy:n tuleville kehityshankkeille.

Avainsanat Valokuitu, maarakentaminen, mikrokanava. Lean-rakentaminen, organisointi.

Sivut 40 sivua ja liitteitä 1 sivua

DP Construction and Civil Engineering, Bachelor of Construction Management
Author Niko Otava Year 2025
Subject Organization of Fiber Optic Construction
Supervisors Sami Niku-Paavo

This thesis was made for Puuha Puonti Oy, a construction company, mainly involved in excavation and earth work, based in Southern Finland. In recent years, the company has specialized in fiber-optic network construction. The purpose of this thesis was to develop the organization and project management of the company's fiber-optic construction operations to meet the increasing demands of larger contracts and multiple simultaneous worksites. The study examined the basics of fiber-optic construction and current challenges in fiber-optic construction, including scheduling, communication, documentation, subcontractor coordination, and resource management. Furthermore, it explored the applicability of Lean principles within the company, especially in enhancing the efficiency of organizational processes related to fiber-optic construction.

The research employed a combination of site observations, interviews with site management, and a literature review. The results show that the most significant challenges in fiber-optic construction are associated with fragmented information flow, varying municipal permit practices, coordination between subcontractors across different project areas, and deficiencies in scheduling and resource management. The alignment of subcontracting chains and the implementation of real-time documentation emerged as key areas for improvement. According to both the theoretical framework and practical findings, these issues are typical of contracting organizations in a growth phase, when operational practices are not yet fully standardized.

The application of Lean construction principles proved to be an effective approach for organizational development. As a result, several practical development proposals were formulated, including the introduction of a unified project management system and corresponding employee training, the establishment of an intermediate work phase approval procedure, the implementation of a resource calendar, and the adoption of a weekly Last Planner meeting model. These measures are expected to improve workflow, reduce rework, and enhance cost control. In conclusion, Puuha Puonti Oy has developed a strong foundation as a fiber-optic construction contractor. However, as the company continues to grow, it must transition toward a more systematic and planned organizational model. Once all processes are unified, the company will be better equipped to manage larger project entities and increase productivity without compromising quality. This thesis provides a practical tool for improving the organization of fiber-optic construction operations and serves as a tool for Puuha Puonti Oy.

Keywords Fiber optic construction, construction, microduct, lean construction, organization

Pages 40 pages and appendices 1 pages

Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Tilajayritys.....	1
3	Valokuiturakentamisen perusteet.....	3
3.1	Valokuiturakentamisen prosessi.....	3
3.1.1	Lupaprosessit.....	4
3.1.2	Rakentamispäätös ja tiedottaminen.....	4
3.1.3	Rakennustyöt.....	5
3.2	Eri osapuolet & sopimustekniikka.....	6
3.2.1	Sopimustekniikka.....	7
3.3	Rakennusvaiheet ja eri osapuolet.....	7
3.4	Sijoitus- ja kaivuulupaprosessi.....	11
3.5	Kaivuuhjeet.....	13
3.5.1	Sijaintitiedot ja niiden hankinta.....	14
3.5.2	Kaapelit ja niiden asennussyvyudet.....	15
3.6	Valokuiturakentamisessa käytettävät mikrokanavat.....	19
4	Organisointi ja koordinointi valokuiturakentamisessa.....	21
4.1	Käytettävät projektihallinta / dokumentointi työkalut (Optopro, Keycom).....	21
5	Nykytila ja parannusehdotukset.....	24
5.1	Nykyiset haasteet valokuiturakentamisen organisoinnissa.....	24
5.1.1	Projektihallintajärjestelmien hyödyntäminen.....	25
5.2	Logistinen suunnittelu ja aikataulutus.....	26
5.2.1	Kaluston ja henkilöstön kohdentaminen.....	27
5.2.2	Kehitystarpeet ja suositukset.....	27
5.3	Turhien työvaiheiden ja jälkikorjaustarpeiden minimointi.....	27
5.3.1	Työn laadun ja aikataulujen hallinta.....	28
5.3.2	Lean-ajattelun soveltaminen.....	28
5.4	Lean-periaatteet ja organisoinnin optimointi.....	28
5.4.1	Hukan poistaminen ja työn virtauttaminen.....	29
5.4.2	Standardoidut työvaiheet ja yhtenäiset toimintamallit.....	30
5.4.3	Jatkuva parantaminen ja palautekulttuuri.....	30
5.4.4	Lean-ajattelin hyödyt organisaatiolle.....	30
5.4.5	Yhteenveto.....	31
5.5	Kustannusten hallinta ja mahdolliset säästökohteet.....	31

5.5.1	Aikatauluviiveiden ja turhan työn kustannusvaikutukset.....	31
5.5.2	Lean-periaatteiden tuomat kustannussäästöt.....	32
5.6	Teoreettisen aineiston vertailu käytännön puoleen.....	32
5.6.1	Tiedonkulku ja dokumentointi	33
5.6.2	Lean-ajattelun soveltaminen	33
5.6.3	Logistiikka ja resurssienhallinta	33
5.6.4	Kustannusten hallinta ja optimointi.....	34
6	Johtopäätökset.....	34
	Lähteet.....	37

Kuvat

Kuva 1	Valokuitu Hyvinkää (Valoo, 2025)	4
Kuva 2	Taulukko SFS 6000-8-814, (TUKES 2022.)	10
Kuva 3	Osa kunnista antaa rakentaa valokuitua todella lähelle maan pintaa. (YLE,2024).....	13
Kuva 4	16212:K1(RYL, 2024)	16
Kuva 5	16212:K2(RYL, 2024)	17
Kuva 6	(RYL, 2024)	18
Kuva 7	Optimus DB 7/3,5 mm — Mikrokanava (Nestor Cables, 2021).....	19
Kuva 8	Mikrokanavatyytit (Nestor Cables, 2021).....	20
Kuva 9	Suunnitelmakartta (KeyCom Valoo, 2025)	22
Kuva 10	Valokuitujen värijärjestelmät (Nestor Cables, 2025.).....	22
Kuva 11.	Yleiskartta (OptoPro, 2025).....	23
Kuva 12.	Yleiskartta (OptoPro, 2025).....	23

Liitteet

Liite 1.	Kehitysehdotukset Puuha Puonti
----------	--------------------------------

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii hyvinkääläinen yritys nimeltä Puuha Puonti Oy, joka suorittaa valokuituverkon maarakennustöitä pääurakoitsijoiden lukuun, joilla on sovittu KVR-urakka valokuiturakentamisesta usealla eri paikkakunnalla Etelä-Suomen alueella. Kaivuutyöt vuonna 2024 tapahtuivat pääasiallisesti Uudenmaan alueella, muun muassa Hyvinkään talousalueella. Puuha Puonti Oy on toiminut vuonna 2024 pääasiallisesti valokuiturakentamisen runkokaivuun puolella, tarkempi merkitys tulee selväksi myöhemmässä vaiheessa opinnäytetyötä. Vuonna 2025 yrityksen tarkoitus on laajentaa yritystoimintaa kattamaan myös asukkaiden tontilla tapahtuvaan kaivuuseen, jossa toimi vuonna 2024 erilliset yritykset.

Tämän opinnäytetyön tarkoitus on käsitellä valokuituverkon rakentamisen eri osa-alueita, koska aiheesta ei ole vielä laajalti kotimaista kirjallisuutta. Opinnäytetyön tarkoitus on myös käsitellä rakentamisen eri osa-alueiden koordinoinnista syntyviä mahdollisia ongelmakohtia, selkeyttääkseen työsuoritusta sitä tekeväälle osapuolelle ja tämän takia myös laskevan eri osa-alueiden kulueristä syntyviä kokonaiskustannuksia.

Opinnäytetyön kirjoittaja on työskennellyt Puuha Puonti Oy:ssä, valokuituverkon rakentamisen parissa, työnjohtajana vuosien 2024 ja 2025 aikana ja valokuiturakentamisen parissa kaivuukaudet, kaivuukaudella tarkoittaen aikaa, jolloin maarakennustöitä tehtiin valokuiturakentamisen parissa. Vuonna 2025 tarkoitus oli laajentaa yrityksen toimintaa ja siten myös allekirjoittaneen työnkuvaus muuttui siten, että ohjattavana on useita työnjohtajia eri laajennusalueilla. Tämä opinnäytetyö käsittelee yrityksen toiminnan laajentamiseen liittyviä kehitysideoita. Tutkimusongelmana, tai lähtökohtana on urakoitsijan näkökulmasta työn tehokkuuden maksimointi, seuranta ja toteuttaminen ja samalla tilaajan näkökulmasta mahdollisimman kustannustehokas toiminta

2 Tilaajayritys

Yrityksen Puuha Puonti Oy (3198211-5) liikevaihto oli 1,1 miljoonaa euroa 2024 ja työllisti 14 henkilöä. Liikevaihto nousi 56,0 %. Liiketoiminnan voitto oli 100 000 euroa ja liikevoittoprosentti oli 8,9 %. Yhtiön omavaraisuusaste oli 4 % (Asiakastieto,2024)

Yritys on perustettu vuonna 2018 vastaamaan asiakkaiden kasvavaan kaivuupalveluiden kysyntään. Yritys työllistää useita alan ammattilaisia ja työskentelee useissa eri kokoisissa projekteissa (Puuha Puonti, 2025)

Puuha Puonti Oy on kasvanut viime vuosina melko nopeasti maarakennusurakoitsijasta yritykseksi, joka vastaa laajoista valokuitukaivuutöistä usealla paikkakunnalla Etelä-Suomen alueella. Toiminnan kasvu on tuonut mukanaan paljon hyvää, mutta samalla se on nostanut esiin selkeitä kehitystarpeita erityisesti työn organisoimien, aikataulutuksen ja työmaiden hallinnan osalta.

Valokuiturakentaminen on ala, jossa työvaiheita on paljon, ja niissä on mukana useita eri osapuolia – pääurakoitsija, aliurakoitsijat, suunnittelijat, tilaaja ja asiakkaat. Kun projektien määrä kasvaa ja työmaita on yhtä aikaa käynnissä useita, on tärkeää, että työmaaorganisaatio ja johtamiskäytännöt kehittyvät samaa tahtia, jolloin työn laatu pysyy samantasoisena.

Opinnäytetyön tarve nousi esiin siitä, että yritys halusi saada selkeän kuvan, miten nykyinen toiminta on organisoitu, mitkä osa-alueet kuormittavat työnjohtoa ja missä olisi mahdollisuus tehostaa työkulkuja ja kommunikointia. Yrityksen työnjohto on monessa mielessä avainasemassa: he johtavat käytännössä työmaita ja vastaavat päivittäisestä operatiivisesta toiminnasta.

Tämän vuoksi yritys halusi opinnäytetyön kautta kehittää mallia, jolla pystyy rakentamaan selkeämmän organisointirakenteen ja työnjaon. Lisäksi tarkoituksena oli kartoittaa, miten saataisiin vähennettyä turhaa päällekkäistä työtä ja lisätyötarvetta, jotka tällä hetkellä aiheuttavat viivästyksiä ja kustannuksia.

Tämä opinnäytetyö palvelee yritykselle kahta tavoitetta — nykytilan näkyväksi tekemistä ja konkreettisten kehitystoimenpiteiden suunnittelua. Tämän opinnäytetyön pohjalta voidaan rakentaa selkeä ja käytännössä toimiva malli, joka tukee yrityksen kasvua ja parantaa työn sujuvuutta kentällä.

3 Valokuiturakentamisen perusteet

3.1 Valokuiturakentamisen prosessi

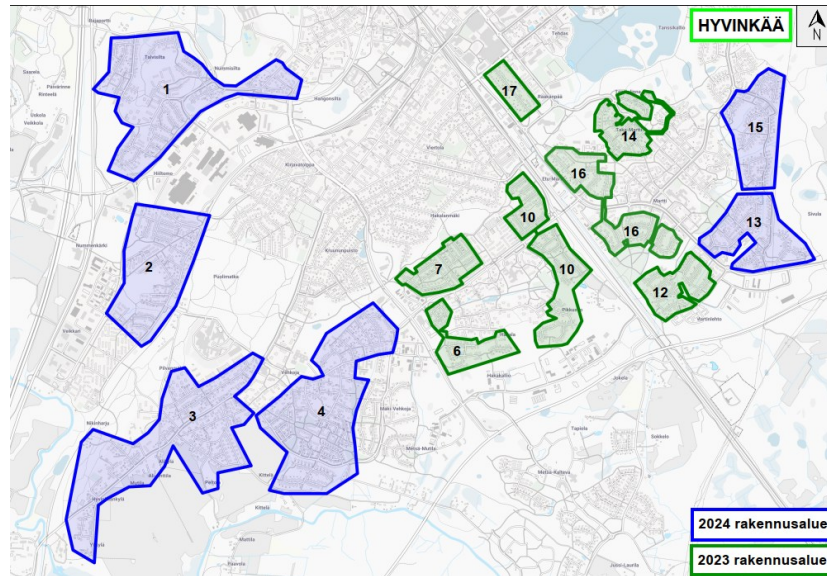
Valokuituverkon rakentaminen on monivaiheinen ja tarkasti suunniteltava prosessi, joka etenee aina tarpeen kartoittamisesta käyttöönottoon ja lopulliseen alueen ennallistamiseen. Prosessi edellyttää huolellista yhteistyötä tilaajan, urakoitsijoiden, kuntien ja yksityisten maanomistajien välillä. Alla kuvataan keskeiset vaiheet, joilla valokuituverkon rakentaminen etenee käytännössä.

Rakentamisprosessi käynnistyy yleensä alueen asukkaiden ja yritysten kiinnostuksen kartoittamisella. Tavoitteena on selvittää, kuinka suuri osa alueen kiinteistöistä haluaa liittyä valokuituverkkoon. Tätä vaihetta toteutetaan usein kyselyillä, ennakkotilaukskampanjoilla ja kohdennetulla markkinoinnilla. Rakentamispäätös tehdään yleensä vasta, kun ennakkotilauksen määrä on saavuttanut taloudellisesti kannattavan tason. Näin varmistetaan, että verkon rakentaminen on realistista ja vastaa todellista kysyntää. (Valoo, 2023)

Kun kiinnostus on todettu riittäväksi, siirrytään suunnitteluvaiheeseen. Tämä vaihe sisältää sekä teknisen että maantieteellisen suunnittelun. Reittisuunnittelussa määritellään, mitä teitä ja väyliä pitkin valokuitu tuodaan alueelle. Alue jaetaan yleensä pienempiin osaluoksiin, kuten kortteleihin tai naapurustoihin, jotka muodostavat omat projektilohkonsa. Teknisessä suunnittelussa päätetään käytettävä kaapelointitekniikka, komponentit ja asennustavat. Valinnat riippuvat maaston olosuhteista ja olemassa olevasta infrastruktuurista, kuten sähkö- ja vesijohtoverkoista. Joissain tapauksissa kunnallistekniikka tai kaavoitus voi rajoittaa reitin valintaa, mikä edellyttää vaihtoehtojen linjausten etsimistä. Suunnitteluvaiheessa pyritään aina kustannustehokkaaseen, mutta teknisesti laadukkaaseen ratkaisuun, joka mahdollistaa verkon pitkäikäisen ja häiriöttömän toiminnan.

Kuvassa 1 esitellään valokuituoperaattorin suunniteltuja rakennusalueita. Kyseisessä kuvassa esimerkkejä valokuituoperaattorin rakennusalueista Hyvinkäällä.

Kuva 1 Valokuitu Hyvinkää (Valoo, 2025)



3.1.1 Lupaprosessit

Lupaprosessit muodostavat merkittävän osan projektin aikataulua. Rakentaminen vaatii usein useita lupia eri viranomaisilta ja maanomistajilta. Kunnat ja kaupungit myöntävät sijoituslupia verkon rakenteiden sijoittamiseen kunnan maalle sekä erillisiä kaivulupia.

ELY-keskukset puolestaan vastaavat maanteiden alueita koskevista luvista, ja Väylävirasto myöntää luvat rautateiden alituksiin. Mikäli reitti kulkee yksityisten maiden kautta, tarvitaan maanomistajien kirjallinen suostumus. Lupaprosessi on usein aikaa vievä ja voi kestää muutamista viikoista useisiin kuukausiin. Hyvin valmisteltu ja ajoissa aloitettu lupahakuprosessi on keskeinen osa onnistunutta projektia.

3.1.2 Rakentamispäätös ja tiedottaminen

Kun suunnittelu ja lupamenettelyt ovat valmiit, tehdään päätös rakentamisen aloittamisesta. Ennen töiden käynnistämistä asukkaille ja muille sidosryhmille on tärkeää tiedottaa tulevasta rakentamisesta, aikatauluista ja mahdollisista liikennejärjestelyistä.

Tiedottaminen tapahtuu tyypillisesti jakamalla tiedotuslappuja ja julkaisemalla tietoa verkossa tai paikallisissa kanavissa. Hyvin hoidettu viestintä vähentää häiriöitä ja parantaa asukkaiden suhtautumista työmaihin. (Valoo, 2023)

3.1.3 Rakennustyöt

Rakentamisen aloitusvaiheessa suoritetaan ensin runkolinjojen katselmukset kunnan ja muiden maanomistajien kanssa. Näin varmistetaan, että kaivutyöt ja myöhempi ennallistaminen toteutetaan sovitun laatutason mukaisesti. Tämän jälkeen järjestetään tonttikatselmukset, joissa sovitaan asiakkaiden kanssa kaapelin reitistä ja päätelaitteen sijainnista. Samanaikaisesti tehdään materiaalihankinnat ja kilpailutetaan tarvittavat urakoitsijat. Itse rakennustyöt etenevät runkokaivuiden ja tienvariasennusten kautta jakokaappien asennuksiin. Tämän jälkeen siirrytään tonttikaivuihin, joissa valokuitu tuodaan asiakkaan kiinteistölle saakka.

Työvaiheisiin sisältyy paljon logistiikkaa ja koordinointia, sillä eri urakoitsijoiden työt limittyvät toisiinsa. Työmaiden aikana alueella saattaa esiintyä tilapäisiä liikennehäiriöitä, mutta nämä pyritään minimoimaan hyvällä ennakkosuunnittelulla. (Valoo, 2023)

Kun kaapeliputket on asennettu, suoritetaan kuitujen puhallus mikrokanaviin. Tämän jälkeen valokuidut hitsataan yhteen ulkojatkokoteloissa ja liitetään verkon muihin osiin. Lopuksi asennetaan asiakkaan kiinteistöön päätelaite, joka kytkee kotiverkon osaksi laajempaa valokuituverkkoa. Asennusvaiheessa tehdään myös ensimmäiset toimintatestaukset, joilla varmistetaan signaalin laatu ja yhteyden toimivuus.

Ennen palvelun virallista käyttöönottoa verkko testataan kattavasti. Testauksessa tarkistetaan, että kaikki kytkennät ovat oikein ja yhteys toimii suunnitellulla nopeudella. Kun verkko on todettu toimivaksi, asiakkaalle lähetetään ilmoitus palvelun aktivoinnista, ja hän voi ottaa yhteyden käyttöönsä valitsemansa palveluntarjoajan kautta.

Rakentamisen valmistuttua suoritetaan jälkityöt, kuten kaivantojen täyttö, nurmetus ja asfaltointi. Ennallistamisen laatu vaikuttaa merkittävästi työn lopulliseen arvioon. Vuodenaika voi kuitenkin viivästyttää jälkitöitä – esimerkiksi talviaikaan kaivantoja voidaan joutua jättämään avoimiksi ja viimeistelemään keväällä. Hyvin toteutetut jälkityöt varmistavat alueen siistin lopputuloksen ja luovat positiivisen mielikuvan niin tilaajalle kuin asukkaille.

3.2 Eri osapuolet & sopimustekniikka

Valokuiturakentaminen on monen eri toimijan yhteistyötä, jossa jokaisella osapuolella on oma vastuunsa ja roolinsa projektin kokonaisuudessa. Onnistunut lopputulos edellyttää, että tilaaja, urakoitsijat, alihankkijat sekä viranomaiset toimivat yhtenäisesti yhteisten tavoitteiden mukaisesti ja että sopimustekniset rajat on määritelty selkeästi.

Tilaaajana toimii yleensä valokuituyhtiö, joka vastaa koko hankkeen rahoituksesta, omistajuudesta ja toteutuksen yleisestä valvonnasta. Mikäli kyseessä ei ole kokonaisvastuu- eli KVR-urakka, tilaaja huolehtii myös verkon suunnittelusta ennen urakkavaihetta.

Tilaaaja tekee sopimuksen pääurakoitsijan kanssa, ja joissain tapauksissa se toimii myös verkon ylläpitäjänä ja palveluntarjoajana. Tilaaajalla on keskeinen rooli laadun, aikataulun ja kustannusten hallinnassa, ja se määrittelee urakan laajuuden ja vaatimukset.

Pääurakoitsija vastaa käytännön rakentamisesta joko tilaajan suunnitelmien pohjalta tai KVR-urakan mukaisesti kokonaisvastuullisesti. Sen tehtävänä on toteuttaa verkko tilaajan määrittämien tavoitteiden mukaisesti ja varmistaa, että eri työvaiheet etenevät suunnitelmallisesti. Pääurakoitsija huolehtii myös aliurakoitsijoiden hankinnasta ja johtamisesta sekä heidän kanssaan solmittavista sopimuksista.

Tyypillisesti pääurakoitsijan vastuulle kuuluu suunnittelu, sijoituslupien hakeminen, kustannusarvioiden laatiminen, kaapelointi, maarakennustyöt, kuitujen hitsaukset, laiteasennukset, verkon käyttöönotto, kartoitus, dokumentointi, materiaalihankinnat, varastointi, logistiikka sekä verkon ylläpito ja viankorjauspalvelut.

Näin pääurakoitsija tarjoaa tilaajalle kokonaisvaltaisen palvelun, joka kattaa koko projektin elinkaaren suunnittelusta valmiiseen verkkoon. (Axians Suomi, 2024)

Alihankkijat ovat keskeinen osa valokuiturakentamisen toteutusta, sillä he suorittavat käytännön työvaiheita kuten kaivuutyöt, kaapelien asennukset ja osittain myös dokumentoinnin. Sopimussuhde aliurakoitsijoihin kulkee pääurakoitsijan kautta, joka vastaa heidän työnsä laadusta ja aikataulussa pysymisestä.

Usein käytössä on yksikköpohjainen laskutusmalli, joka helpottaa kustannusten seurantaa ja mahdollistaa läpinäkyvän hinnoittelun eri työvaiheissa.

Kunnat ja kaupungit myöntävät sijoitus- ja kaivulupia sekä valvovat, että rakentaminen tapahtuu paikallisten määräysten mukaisesti. Ne valvovat myös katujen, puistojen ja muiden infrarakenteiden palauttamista alkuperäiseen kuntoon.

ELY-keskukset ja Väylävirasto osallistuvat prosessiin silloin, kun rakentaminen koskettaa maanteitä tai rautatiealueita. Lupaehtojen noudattaminen ja hyvissä ajoin tehty yhteydenpito viranomaisiin varmistavat työn sujuvuuden ja vähentävät riskiä viivästyksille.

Tilaaaja tai ulkopuolinen laadunvarmistusorganisaatio voi tarkastaa työn eri vaiheita varmistaakseen, että työ täyttää tekniset standardit ja viranomaisvaatimukset. Ulkopuoliset tarkastukset lisäävät läpinäkyvyyttä ja tukevat laadunvarmistusjärjestelmän toimintaa.

3.2.1 Sopimustekniikka

Sopimukset muodostavat projektin hallinnan perustan. Pääurakkasopimus solmitaan tilaajan ja pääurakoitsijan välillä, ja siinä määritellään työn laajuus, aikataulu, laatuvaatimukset, hinnoittelumalli sekä vastuut ja vakuutukset. Sopimustyyppi on yleensä kokonaishintaurakka tai yksikköhintaurakka, ja siihen sisältyy myös määräykset muutostöiden käsittelystä ja mahdollisista sanktioista. Pääurakoitsijan ja aliorakoitsijoiden välillä käytettävät alihankintasopimukset määrittelevät kunkin työvaiheen, hinnan ja aikataulun. Näiden sopimusten hallinta on tärkeää, sillä se vaikuttaa suoraan koko projektin kustannuksiin ja aikatauluun.

Lisäksi ennen töiden aloittamista tilaaja solmii sijoitus- ja kaivulupasopimukset kunnan kanssa. Näissä sopimuksissa määritellään esimerkiksi kaivantojen syvyydet, työmenetelmät sekä palautusveloitteet. Lupien ehtojen ja sopimusten selkeä määrittely ehkäisee epäselvyyksiä ja helpottaa urakoiden hallintaa.

3.3 Rakennusvaiheet ja eri osapuolet

Valokuiturakentamisen toteutus edellyttää eri urakoitsijoiden tiivistä yhteistyötä. Rakennusvaiheet voidaan jakaa pääpiirteissään kolmeen kokonaisuuteen: runkokaivuun ja kaupunkialueen asennuksiin, tonttikaivuihin sekä valokuidun puhallukseen ja käyttöönottoon. Jokainen vaihe edellyttää oman osa-alueensa ammattilaisia, jotka vastaavat suunnitelluista työtehtävistä ja laadunvarmistuksesta.

Runkokaivuut suorittavat pääurakoitsijan alaisuudessa toimiva **maarakennusurakoitsija**, joka vastaa valokuitureitin rakentamisesta kaupunkialueella. Työhön sisältyy katu- ja viheralueiden kaivaminen, mikrokanavanippujen asentaminen sekä tarvittaessa PVC-kaapelinsuojaputkien asennus. Työvaihe edellyttää huolellista suunnittelua ja yhteensovittamista, sillä kaupunkialueella työskennellään usein olemassa olevien kaapelien ja putkilinjojen läheisyydessä.

Ennen varsinaisen kaivutyön aloittamista urakoitsija valmistaa työmaan tiedottamalla asukkaita tulevista töistä ja pystyttämällä työmaamerkit ja liikennejärjestelyt. Työmaalla tarkistetaan sijaintikartat ja tehdään maastonäytöt muiden johtojen ja kaapeleiden sijaintien varmistamiseksi. Kaivureitti merkitään maastoon, ja tarvittaessa tehdään väliaikaisia liikennejärjestelyjä.

Kaivannon syvyys on tyypillisesti noin 70 cm, mutta se voi vaihdella maaperän ja pohjaolosuhteiden mukaan. Lähestyttäessä muita johtoja konekaivu lopetetaan noin puolen metrin etäisyydellä ja työ suoritetaan käsin. Mikäli reitti kulkee esteiden, kuten teiden tai vesistöjen alitse, käytetään suuntaporausta, joka mahdollistaa alitukset ilman pintarakenteiden rikkoutumista.

Kaivantoon asennetaan mikrokanavanippu, joka koostuu useista ohuista kanavista valokuitukaapeleiden puhallusta varten. Mikrokanavat jätetään tavallisesti ilman lisäsuojausta, mutta erityisen rasittavissa olosuhteissa tai vajaasyvytydessä käytetään PVC-kaapelinsuojaputkia. Näitä käytetään esimerkiksi liikenneväylien alituksissa tai kohteissa, joissa maaperä ei mahdollista riittävää kaivussyvyyttä (PIPELIFE-tuotetietokanta, n.d.).

Kaapelinsuojaputkitukset toteutetaan tilaajan suunnitelmien ja kaivualan haltijan lupaehtojen mukaisesti. Putket ovat vesitiiviitä ja täyttävät standardien SFS-EN 61386-24 ja SFS 5608 vaatimukset. Ohjeelliset asennussyvyudet ja suojaputkiluokat määräytyvät standardin SFS 6000-8-814 (RYL, 2024) mukaan. Lisäksi putkien värikoodit määritellään käyttötarkoituksen perusteella: esimerkiksi sähkökaapeleille käytetään keltaista, televerkoille punaista ja vesijohdoille sinistä putkea.

liikenneväylien alituksissa noudatetaan seuraavia putkien värikoodeja.

- sähkö – keltainen tai musta
- tele – punainen tai musta, yhteiskäytössä myös keltainen
- käyttövesi – sininen tai musta
- jätevesiviemäri – ruskea tai musta
- hulevesiviemäri – musta

- kaasu – musta tai keltainen.
(RYL, 2024)

Puuha Puontin suorittamassa kaivuutyössä käyttämän Pipelife asennusputki on mitoitettu riittämään vaatimuksiin vaativassakin ympäristössä. Pipelifen PVC-kaapelinsuojaputket on valmistettu standardiin EN 50626-2 ja niiden vähimmäiskäyttöikä on standardin mukaan 50 vuotta. PVC-kaapelinsuojaputket ovat yhteensopiva PVC-kaarien kanssa. (PIPELIFE, 2025)

Kaapelinsuojaputkitukset ovat kaivalueen haltijan lupaehtojen ja tilaajan suunnitelmien mukaiset. Putkituksissa käytetään vesitiiviitä muoviputkia seuraavasti:

Kaapelinsuojaputkitukset ovat asennussyvydeltään ja materiaaleiltaan standardien, kaivalueen haltijan sekä tilaajan suunnitelmien mukaiset käyttötarkoituksen mukaan. Kaapeliputket ovat standardien *SFS-EN 61386-24* ja *SFS 5608* mukaisia kaapelinsuojaputkia. Ohjeelliset asennussyvydet sekä suojaputken- ja kourun luokat ovat standardin *SFS 6000-8-814* taulukon 1 mukaiset (RYL, 2024)'

Kuvassa 2 taulukko maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä

Kuva 2 Taulukko SFS 6000-8-814, (TUKES 2022.)

Taulukko 814.1 Ilman metallista kosketussuojaa olevan maakaapelin suojaus eri asennussyvyyksillä

Kaapelin tai suojaputken asennusalustan syvyys h erilaisilla alueilla	Kaapelisuojaputken halkaisija ⁶	Standardin SFS-EN 50626-1 ¹ mukainen putkiluokka valmistajan ilmoittaman käyttötarkoituksen mukaan ⁴	Aikaisemman standardin SFS 5608 ² mukaisen putken luokka ja vastaavan putken rengasjäykkyys (SN) ⁵	Standardin SFS 7505 mukaisten kaapelikourujen luokka ³
0,5 m < h ≤ 0,7 m	50–75	L 450	Kevyt käyttö C (SN 4) ⁵	Kevyt käyttö C (SN 4)
	100–200	N 750	Keskiraskas käyttö B (SN 8)	Keskiraskas käyttö B (SN 8)
0,3 m ≤ h ≤ 0,5 m kevyen kuormituksen piha- ja puistoalueet ja muut alueet	50–75	N 450	Keskiraskas käyttö B (SN 8)	Keskiraskas käyttö B (SN 8)
	100–160	N 750	Keskiraskas käyttö B (SN 8)	Keskiraskas käyttö B (SN 8)
0,3 m ≤ h ≤ 0,5 m raskaan kuormituksen tie- ja liikennealueet	50–75	N 750	Raskas käyttö A (SN 16)	Raskas käyttö A (SN 16)
	100–160	N 1250	Raskas käyttö A (SN 16)	Raskas käyttö A (SN 16)

¹ Standardi SFS-EN 50626-1 korvaa standardin SFS-EN 61386-24. Suomessa käytettävillä putkilla vaaditaan iskutesti - 10 °C lämpötilassa.

² Standardi SFS 5608 on kumottu, mutta sen vaatimukset täyttäviä putkia voidaan edelleen käyttää. Vastaava eurooppalainen standardi EN 50626-2 on valmisteilla.

³ Suojakouruja ja suojalevyjä voidaan käyttää tapauksissa, joissa ei tarvitse varautua kaapelien vaihtoon tai lisäykseen. Luokkien B ja C suojakourujen sijasta voidaan käyttää SFS-EN 50520 mukaisia suojalevyjä ja suojanauhoja.

⁴ Kun käytetään halkaisijaltaan suurempaa putkea, putken päällä olevan maan syvyys pienenee ja pitää käyttää lujuusluokaltaan parempaa putkea.

⁵ Standardin SFS-EN ISO 9969 Thermoplastics pipes. Determination of ring stiffness mukaan testataan putken ns. rengasjäykkyys, joka ilmoitetaan rengasjäykkyysluokkana (SN) esim. SN 4, SN 8 ja SN 16.

⁶ Jos käytetään halkaisijaltaan suurempia suojaputkia, on huolehdittava siitä, että putken peittösyvyys on riittävä

Kun mikrokanavat on asennettu, kaivanto täytetään hienojakoisella hiekalla, joka suojaa asennuksia mekaanisilta vaurioilta. Noin 30 cm kanavanipun yläpuolelle asennetaan varoitusnauha, ja lopputäyttö tehdään alkuperäisellä maa-aineksella. Pinta ennallistetaan alkuperäiseen kuntoon joko asfaltoimalla tai nurmettamalla alue.

Tonttikaivuu-urakoitsija vastaa valokuitureitin rakentamisesta yksityisille tonteille sekä päätelaitteen asentamisesta asiakkaan rakennukseen. Työ aloitetaan huolellisella suunnittelulla ja asiakasyhteistyöllä, sillä tonttiosuuden reitti ja läpiviennin sijainti vaikuttavat sekä työn laatuun että asukkaan kokemukseen.

Tonttireitti suunnitellaan aina yhdessä asiakkaan kanssa, ja reitti sekä läpiviennin paikka sovitaan rakennuksessa asiakkaan toiveiden mukaisesti. Suunnittelun tavoitteena on minimoida kaivutyön määrä ja välttää tarpeetonta pihan rakenteiden, kuten kiveysten tai asfaltin, rikkoutumista.

Kaivuutyövaiheessa kaivetaan yleensä 30–60 cm syvä kaivanto, jonka syvyys määräytyy maaperän ja ympäristön olosuhteiden mukaan. Mikrokanavanippu asennetaan kaivantoon ilman lisäsuojauksia, ellei reitti kulje liikennöidyllä alueella. Näin varmistetaan, että työ voidaan suorittaa kustannustehokkaasti ja nopeasti ilman laadun heikkenemistä.

Asennuksen yhteydessä mikrokanavanippu viedään rakennuksen sisäpuolelle läpivientireiän kautta. Päätelaitteet asennetaan asiakkaan tiloihin sovittuun paikkaan, yleensä tekniseen tilaan tai sisäverkon keskipisteeseen. Reititys varmistetaan tiivillä kaapeliläpivienneillä, jotka estävät kosteuden ja ilmanvaihdon ongelmat sekä takaavat asennuksen turvallisuuden ja pitkäikäisyyden.

Valokuitukaapelin asennuksesta mikrokanaviin vastaa erillinen **valokuitupuhallusurakoitsija**, joka hoitaa kaapelin puhalluksen ja kytkennät. Ennen puhallusta putkireitti tarkistetaan vanutupolla, jolla varmistetaan, että mikrokanava on puhdas, kuiva ja vapaa tukoksista. Tämä vaihe on tärkeä, sillä lika tai kosteus kanavan sisällä lisää kitkaa ja voi estää kaapelin etenemisen.

Kun reitti on tarkistettu, puhalluskone syöttää valokuitukaapelin paineilman avulla mikrokanavaan. Pitkillä reiteillä käytetään välivetopisteitä, joissa kaapeli pysäytetään ja vedetään eteenpäin seuraavaan osaan. Tämän jälkeen kaapelit yhdistetään jatkoksilla, jotka hitsataan yhteen valokuituhitsauksella.

Lopuksi valokuidun toiminta testataan OTDR-mittauksella (Optical Time Domain Reflectometer), jolla varmistetaan yhteyden eheys ja laatu. Mittaustulosten avulla voidaan tunnistaa mahdolliset heijastukset, katkokset tai signaalien heikkenemät jo ennen verkon käyttöönottoa. Kun testaus osoittaa verkon olevan toimintakunnossa, kuituyhteys voidaan ottaa virallisesti käyttöön.

3.4 Sijoitus- ja kaivuulupaprosessi

Ennen kaivuluvan hakemista on haettava sijoituslupa, jos tarkoituksena on sijoittaa uusia johtoja, kaapeleita tai laitteita yleisille alueille. Tämä varmistaa, että suunnitellut rakenteet eivät häiritse olemassa olevaa infrastruktuuria.

Telekaapelin sijoituksesta ja sen edellytyksistä kerrotaan sähköisten viestinnän palveluiden laissa:

234 § Sijoittamisen edellytykset

Telekaapelia, radiomastoa ja tukiasemaa ei saa sijoittaa asemakaavan vastaisesti eikä siten, että vaikeutetaan voimassa olevan maakunta- tai yleiskaavan toteutumista. Sijoittaminen ei saa myöskään vaikeuttaa kaavojen laatimista.

Edellä 229 §:n 1 momentissa tarkoitetun yleisiä tietoliikenneyhteyksiä palvelevan telekaapelin, tukiaseman ja radiomaston sijoittamisen edellytyksenä on, ettei sijoittamista voida muutoin järjestää tyydyttävästi ja kohtuullisin kustannuksin. Sijoittamisesta päätettäessä on kiinnitettävä huomiota siihen, ettei kiinteistölle ja rakennukselle aiheuteta tarpeetonta haittaa. Telekaapelin, radiomaston ja tukiaseman sekä niihin liittyvien laitteiden sijoittamisesta ja kunnossapidosta ei saa aiheutua sellaista haittaa tai vahinkoa kiinteistön käytölle ja rakennukselle, joka on kohtuullisin kustannuksin vältettävissä.

Telekaapeli on mahdollisuuksien mukaan sijoitettava liikennejärjestelmästä ja maanteistä annetussa laissa (503/2005) tarkoitetulle tiealueelle tai kiinteistönmuodostamislaisissa (554/1995) tarkoitetulle yleiselle alueelle. (30.12.2020/1207) [HE 98/2020] (Edilex, 2024)

241 § Telekaapeleita vaarantava työ

Ennen maanrakennustyöhön, metsätyöhön, vesirakennustyöhön taikka muuhun telekaapeleita mahdollisesti vaarantavaan työhön ryhtymistä työn suorittajan on vaurioiden välttämiseksi selvitettävä, sijaitseeko työalueella telekaapeleita. Teleyrityksen on annettava maksutta tietoja kaapeleiden sijainnista. Teleyrityksen on annettava työn suorittajalle vaaran välttämiseksi tarpeelliset tiedot ja ohjeet. (Edilex, 2014)

242 § Telekaapeleiden sijaintia koskevien tietojen saatavuus ja tietoturva

Teleyrityksen on saatettava telekaapeleiden sijaintia koskevat tiedot (kaapelitiedot) digitaaliseen muotoon. Teleyrityksen on huolehdittava siitä, että kaapelitiedot on teknisesti mahdollista tarjota keskitetysti yhdestä paikasta. Kaapelitietoja on käsiteltävä siten, että tiedot on asianmukaisesti suojattu tietoturvaloukkauksilta ja niiden uhkilta. Liikenne- ja viestintäviraston määräyksellä voidaan antaa tarkempia teknisiä määräyksiä kaapelitietojen digitaalisesta muodosta sekä niiden käsittelyn tietoturvasta (Edilex, 2014)

Yhtenäisten linjausten vuoksi sijoituslupa ja sijoitettavan maakaapelin syvyys vaihtelee kovasti eri kunnissa.

Koska valokuidun rakentamissyvyydestä ei ole tarkkaa lakipykälää, kunnat saavat päättää syvyyden itse. Moni määrää rakentamaan kuidun hyvän rakennustavan määrittämään 70 senttimetriin, jonne esimerkiksi sähkökaapelit sijoitetaan. Osa kunnista taas antaa sijoittaa kuidun vain 30–50 sentin syvyyteen. Joissain kunnissa rakentamisesta ei ole lainkaan ohjetta..(YLE, 2024)

Alla olevassa kuvassa 3 havainnointi eri kuntien vaatimista asennussyvyyksistä

Kuva 3 Osa kunnista antaa rakentaa valokuitua todella lähelle maan pintaa. (YLE,2024)



Kun sijoituslupa on myönnetty, haetaan katulupaa, joka sisältää työluvan sekä tilapäisen liikennejärjestelypäätöksen. Katulupahakemuksessa esitetään suunnitelmat kaivutöistä ja liikennejärjestelyistä työn ajaksi. Luvan hakija vastaa tarvittavien suunnitelmien laatimisesta, mukaan lukien kaivutyösuunnitelmat ja tilapäiset liikennejärjestelyt.

3.5 Kaivuuohjeet

Valokuiturakentaminen jakaa monia yhteisiä piirteitä kunnallistekniikan ja muun infrarakentamisen kanssa, mutta sen tekniset ja toiminnalliset erityispiirteet tekevät siitä omanlaisensa osa-alueen. Rakennusprosessi on usein kevyempi kuin esimerkiksi vesijohto- tai kaukolämpöverkkojen rakentaminen, mutta vaatii silti tarkkaa suunnittelua ja yhteistyötä eri osapuolten kesken.

Yksi merkittävimmistä eroista muihin verkstorakenteisiin on kaivantosyvyyden vaihtelu. Valokuitukaapelit voidaan useimmiten asentaa matalampaan syvyyteen kuin esimerkiksi vesijohtoputket, koska ne eivät ole alttiita jäätymiselle. Asennussyvyys kuitenkin vaihtelee kuntakohtaisesti, sillä osa kunnista määrittelee omat vähimmäissyvyytensä. Esimerkiksi Hyvinkään kunnassa edellytetään 70 cm asennussyvyyttä. Joissakin tapauksissa syvyys voi olla huomattavasti pienempi, mikä voi lisätä riskiä kaapelivaurioille. (YLE, 2024)

Valokuiturakentamisessa käytetään myös erityisiä asennustekniikoita, jotka poikkeavat tavanomaisesta kaivutyöstä. Näitä ovat muun muassa mikrosahaus, paineilmamyyrällä tehtävä tunkkaus, sekä suuntaporaus. Nämä menetelmät mahdollistavat kaapeleiden asennuksen esimerkiksi teiden ja vesistöjen alitse ilman pintarakenteiden rikkomista, mikä vähentää haittaa liikenteelle ja ympäristölle.

Koska valokuituverkon rakentaminen tapahtuu usein tiiviissä kaupunkiympäristössä ja olemassa olevan infrastruktuurin läheisyydessä, yhteistyö muiden verkkojen omistajien kanssa on erittäin tärkeää. Teleoperaattorit DNA, Elisa, Finnet ja Telia ovat yhdessä laatineet ohjeistuksen *“Maanrakennustyöt ja teleoperaattoreiden tietoliikennelaitteet”*, joka on saatavilla esimerkiksi osoitteesta [kaivulupa.fi](https://www.kaivulupa.fi)

Ohjeen tarkoituksena on antaa maanrakennus-, louhinta-, yms. töiden suorittajille tietoa ja ohjeistusta televerkkoon kohdistuvien vaurioiden välttämiseksi. Yleisimmin verkon vauriot koskevat maanalaisia rakenteita, lähinnä maakaapeleita. Vaurioista koituu vahinkoa niin tietoliikenneverkkojen käyttäjille kuin ylläpitäjillekin. Korjauskustannukset saattavat nousta korkeiksi ja vaurion aiheuttaja joutuu myös korvaamaan aiheuttamansa vahingon. (Geomatikk, 2025)

3.5.1 Sijaintitiedot ja niiden hankinta

Ennen kaivutöiden aloittamista kaivajan vastuulla on selvittää olemassa olevien rakenteiden ja kaapeleiden tarkka sijainti. Tämä voidaan tehdä joko sijaintikartoista tai maastonäytöllä.

Sijaintikarttojen tarkkuus on keskimäärin $\pm 0,5$ metriä, ja ne tulee hankkia hyväksytyiltä palveluntarjoajilta, kuten Johtotietopankki.fi, Kaivulupa.fi tai Verkkoselvitys.fi. Mikäli kaivuureitillä on kriittisiä kaapeleita, kuten korkeajännitelinjoja, on tehtävä maastonäyttö ennen töiden aloittamista.

Maastonäyttö on voimassa 30 vuorokautta näyttöhetkestä, tai 14 vuorokautta, mikäli tilaaja ei ole ollut paikalla näyttöä annettaessa. Kaapelinäyttäjät merkitsee johdot maastoon maalimerkinnöin tai kepeillä, ja työmaan edustajan vastuulla on huolehtia merkintöjen säilymisestä. Kaivutöitä ei saa aloittaa ennen kuin kaikki sijaintitiedot on varmennettu.

3.5.2 Kaapelit ja niiden asennussyvydet

Tietoliikennekaapeleiden asennussyvyys vaihtelee yleensä 20–100 cm välillä, mutta tyypillinen syvyys on 60–70 cm. Asennussyvyyteen vaikuttavat maaperän laatu, aikaisemmat maanmuokkaukset ja muiden rakenteiden sijainnit. Joissakin tapauksissa kaapelit voidaan asentaa ilman suojaputkia, mutta erityisen vaativissa olosuhteissa käytetään PVC-putkia tai suojakouruja.

Merkkinauhan käyttö ei ole telekaapeleille pakollista, mutta sitä voidaan käyttää lisäturvana kaapelien tunnistamisessa. Kaivutöissä on aina noudatettava erityistä varovaisuutta: ennen konekaivun aloittamista kaapelien tarkka sijainti ja syvyys on varmistettava käsikaivulla. Konekaivu on kielletty 0,5 metriä lähempänä kaapelireittiä, ellei kyse ole pinnan poistosta. Kivisessä maaperässä turvaetäisyyksiä on syytä kasvattaa, ja talviolosuhteissa kaivaminen edellyttää maan sulattamista ennen työtä.

Jos kaapelit paljastuvat kaivun aikana, ne on suojattava ja tuettava vahinkojen estämiseksi. Kaapeleiden siirtäminen on sallittua vain pakottavasta syystä ja ainoastaan teleoperaattorin hyväksymänä. Paljastuneet kaapelit tulee peittää hienojakoisella hiekalla ennen lopullista täyttöä, eikä karkeita maa-aineksia tai kiviä saa käyttää peitemateriaalina. Räjähdyksistä kaapeleiden läheisyydessä on ilmoitettava teleoperaattorille vähintään kolme työpäivää ennen työn aloittamista. Mahdollisessa vauriotilanteessa on otettava välittömästi yhteys kyseisen operaattorin päivystysnumeroon (Geomatikk, 2025).

Valokuiturakentaminen muistuttaa monilta osin sähkömaakaapelien asennusta, ja niiden tunteminen auttaa hahmottamaan myös televerkkojen rakentamisen vaatimuksia. Sähkökaapeleiden asennussyvyys riippuu kaapelin jännitetasosta ja paikallisista määräyksistä. Pienjännitekaapelit (alle 1 kV) asennetaan yleensä 0,7–1,0 metrin syvyyteen, kun taas keskijännitekaapelit (1–36 kV) sijoitetaan 0,8–1,2 metrin syvyyteen.

InfraRYL-ohjeistuksen (2024) mukaan “Kaapelikaivannot ja -urat tehdään siten, että kaapelit voidaan asentaa ja putkitukset rakentaa suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti

sallittujen mittapoikkeamien rajoissa.” Kaapelikaivantojen vähimmäismitat määräytyvät kaapelin asennussyvyyden sekä ohjeissa esitettyjen mittojen mukaan.

Televerkon maakaapelit asennetaan vähintään 0,3 metrin syvyyteen, mutta ajoratojen poikkileikkauksissa suositeltava syvyys on vähintään 0,8 metriä. Poikkeaminen tästä on mahdollista vain, jos käytettävät materiaalit antavat riittävän suojan ulkoisilta rasituksilta. Pelloilla kaapelit on yleensä asennettava vähintään 0,7 metrin syvyyteen. Telekaapeleiden asennuksessa noudatetaan standardia SFS-EN 50174-3, jonka vaatimuksista voidaan poiketa liityntäverkon osalta, jos olosuhteet ja kaapelin rakenne sen sallivat.

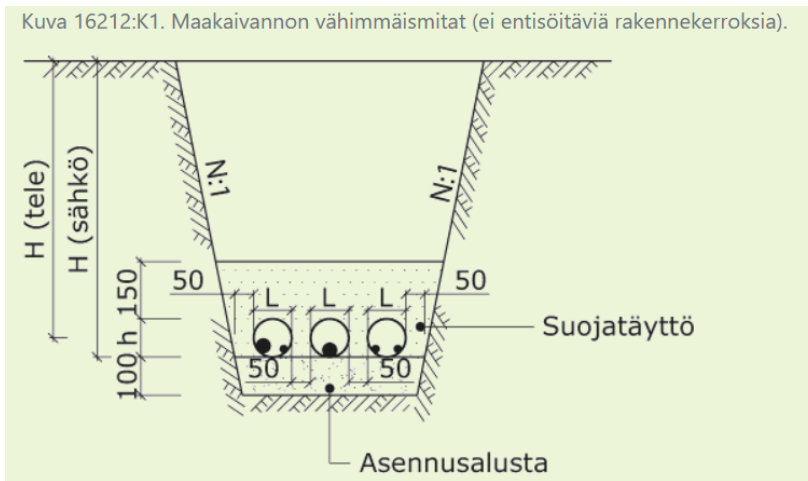
Sähköverkon maakaapeleiden asennusta ohjaa puolestaan standardi SFS 6000-8-814, jonka mukaan ilman mekaanista suojaa oleva kaapeli on asennettava vähintään 0,7 metrin syvyyteen. Mikäli samaan kaivantoon sijoitetaan sekä tele- että sähköverkon kaapeleita, määräytyy vähimmäissyvyys tiukimman vaatimuksen mukaan, eli sähkökaapelin asennussyvyyden perusteella (RYL, 2024).

InfraRYL ohjeistuksessa todetaan seuraavasti kaapelikaivantojen tekemisestä:

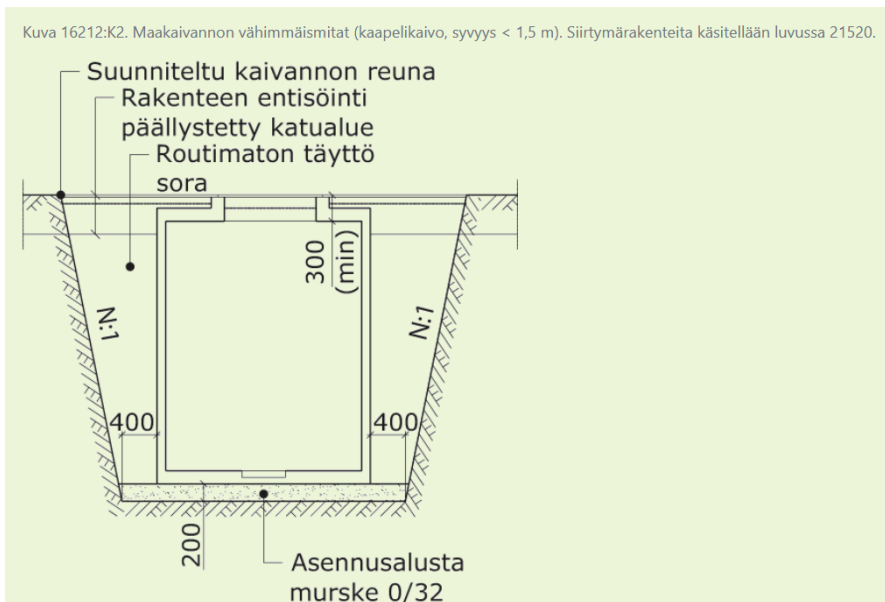
Kaapelikaivannot ja -urat tehdään siten, että kaapelit voidaan asentaa ja putkitukset rakentaa suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti sallittujen mittapoikkeamien rajoissa. Putkitukset käsittävät mm. perinteiset kaapelikanavat. Kaukolämpöjohtojen, kaapeleiden yms. kaivannot tehdään asianomaisten toimijoiden ohjeiden mukaan.

Maakaivannon vähimmäismitat määräytyvät kaapelin tai laitteen asennussyvyyden ja kuvissa [16212:K1](#) ja [16212:K2](#) esitettyjen vähimmäismittojen mukaan. (RYL, 2024).

Kuva 4 16212:K1(RYL, 2024)



Kuva 5 16212:K2(RYL, 2024)



Kaivannon syvyys määräytyy asennussyvyyden mukaan seuraavasti:

Televerkon maakaapeli asennetaan vähintään 0,3 m:n syvyyteen maan pinnasta kaapelin yläpintaan mitattuna (ei ajoradoille, sijoituksesta päättää alueen omistaja tai lupaviranomainen ks. sijoitukset ohjekortista [Infra 34-710102](#)) asennetaan ajoradan poikituksessa yleensä (*) vähintään 0,8 m:n syvyyteen.

Määräyksistä ja standardeista poiketen putkeen asennetun telekaapelin asennussyvyys voi ajoradan poikituksissa olla alle 0,8 m:ä, jos käytettävät materiaalit suojaavat kaapelia

riittävästi ulkoisilta rasituksilta. Telekaapeleiden asennus- ja kaivutöissä tulee noudattaa standardin SFS-EN 50174-3 vaatimuksia. Liityntäverkon osalta voidaan poiketa standardin vaatimista minimiasennussyvyyksistä ottaen huomioon asennusolosuhteet, kaapelin rakenne ja sen riittävä suojaus asennetaan pelloilla yleensä vähintään 0,7 m:n syvyyteen.

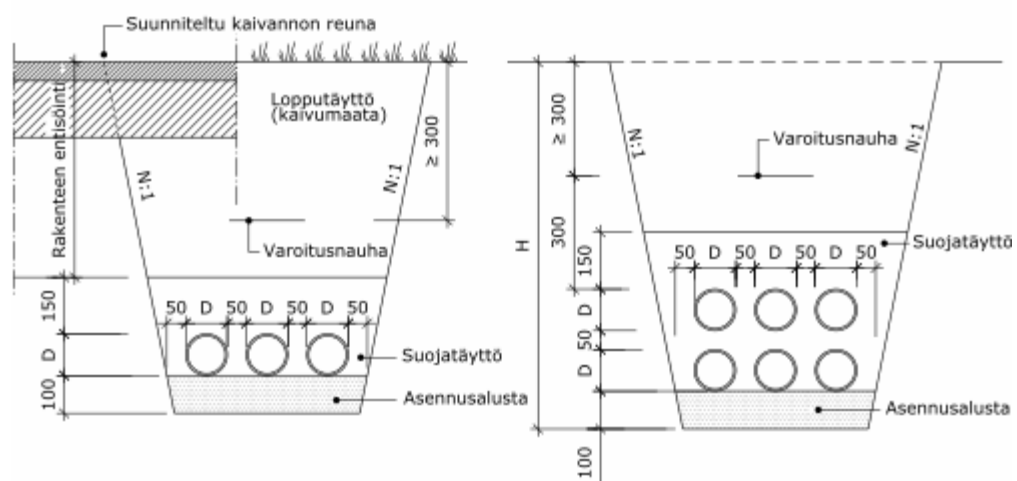
Sähköverkon maakaapelia koskevat vaatimukset on annettu standardissa SFS 6000-8-814. Kaapelin vaadittu asennussyvyys riippuu kaapelin rakenteesta ja mekaanisesta suojauksesta. Jos kaapelia ei suojata mekaanisesti, esimerkiksi suojaputkella, se on asennettava vähintään 0,7 m:n syvyyseen kaapeliojaan. Jos samaan kaivantoon asennetaan sekä tele- että sähköverkon kaapeleita, vähimmäissyvyys määräytyy tiukimman asennussyvyysvaatimuksen (sähkökaapelin) mukaan. (RYL, 2024)

Koska valokuitukaapelit asennetaan useasti samaan kaivantoon, jossa kulkee myös sähköverkon maakaapelia, tulee valokuitukaapeli tai mikrokanavaputki asentaa myös vähintään 0,7 m syvyyseen kaapeliojaa, joka on myös Uudenmaan alueen kuntien ohjeistuksen mukainen asennussyvyys telekaapelille.

33114.3.2 Kaapelinsuojaputkien tai mikrokanavanippujen asentaminen kaivantoon

Putkitukset asennetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti. Varaputkien päät tulpataan. Kaapeliputket asennetaan kaapelikaivantoon asennusalustalle alla olevan kuvan 6 vähimmäisetäisyyksien mukaisesti.

Kuva 6 (RYL, 2024)



3.6 Valokuiturakentamisessa käytettävät mikrokanavat

Valokuidun maarakentaminen taajama-alueella, tapahtuu pääasiallisesti kaivinkoneella, kun kyseessä on maan alle kaivettava mikrokaava tai mikrokuituputki, johon myöhemmässä vaiheessa puhalletaan itse valokuitu. Esimerkki tällä hetkellä käytettävästä mikrokuituputkesta on Nestor Optimus DB – mikrokanava, joka tulee asentaa tuotteen valmistajan ohjeen mukaan.

Asennustyön tilaajalla tai paikallisilla viranomaisilla voi olla tarkempia vaatimuksia asennukseen liittyen ja näitä ohjeistuksia on aina noudatettava. Kyseisen valmistajan mikrokanavaa käytetään Puuha Puonti Oy:n tekemässä työssä.

Kuvassa 7 poikkileikkaus Nestor Optimus DB-mikrokanavasta

Kuva 7 Optimus DB 7/3,5 mm — Mikrokanava (Nestor Cables, 2021)

Nestor Optimus DB -mikrokanavat



Mikrokanavat ja mikrokanavaniput ovat HDPE-muovia ja niissä ei ole vetolujitetta, joten asennuksessa tulee ottaa huomioon tuotteiden vetolujuudet ja sallitut taivutukset. Suurin sallittu vetokuormitus kullekin mikrokanavatyyppille voidaan laskea seuraavasti:

Vetolujuus [N] = 9,81 x (mikrokanavan massa kilometriä kohden [kg/km]).

Taivutuksen osalta asennuksen aikana ja kanavia käsitellessä todetaan seuraavaa valmistajan asennusohjeessa:

Pienin sallittu halkaisija taivutuksen aikana saadaan laskettua kullekin mikrokanavatyypille seuraavasti: Pienin sallittu halkaisija taivutuksen aikana = 30 x OD, missä OD on kyseisen tuotteen ulkohalkaisija. Mainitut laskukaavat ja alla olevassa taulukossa annetut yleisten mikrokanavatuotteiden arvot ovat laskennallisesti päteviä, kun lämpötila on -15 ... +40 celsiusastetta. (Asennusohjeet, 2021)

Kuva 8 Mikrokanavatyypit (Nestor Cables, 2021)

Mikrokanavatyyppi	OD [mm]	Vetolujuus	Pienin sallittu halkaisija taivutuksessa
Optimus DB 7/3,5mm (yksittäinen)	7,0	270 N (n. 27 kg)	210 mm = 21 cm
Optimus DB 1 x 7/3,5mm Extra jacket	9,0	500 N (n. 52 kg)	270 mm = 27 cm
Optimus DB 2 x 7/3,5mm	16,0	910 N (n. 93 kg)	480 mm = 48 cm
Optimus DB 4 x 7/3,5mm	19,0	1580 N (n. 162 kg)	570 mm = 57 cm
Optimus DB 7 x 7/3,5mm	23,0	2520 N (n. 258 kg)	690 mm = 69 cm
Optimus DB 12 x 7/3,5mm	30,0	4060 N (n. 415 kg)	900 mm = 90 cm
Optimus DB 14/10mm (yksittäinen)	14,0	710 N (n. 72 kg)	420 mm = 42 cm
Optimus DB 2 x 14/10mm	30,0	2100 N (n. 215 kg)	900 mm = 90 cm
Optimus DB 4 x 14/10mm	36,0	3780 N (n. 386 kg)	1080 mm = 108 cm
Optimus DB 7 x 14/10mm	44,0	6150 N (n. 628 kg)	1320 mm = 132 cm

Huom. Nämä arvot koskevat vain asennuksen aikaisia vetoja ja taivutuksia. Lopullisessa asennuksessa mikrokanavia ei saa koskaan jättää näin pienille taivutushalkaisijoille!

Taajama-alueilla kuituverkon rakentaminen tapahtuu pääasiassa kaivinkoneella. Syynä tähän on kaivamisen soveltuminen alueille, joissa on sidottuja pintoja, kuten asfalttia. Lisäksi kaivaminen voi tulla kyseeseen rakennusmenetelmänä mikäli tila on ahdas tai maahan on jo sijoitettu aiemmin kaapeleita. Näin ollen kaivaminen pientaloalueilla ja taajamissa on usein huomattavan kallista, ja täten kuituverkon rakennuskustannukset muodostavat usein huomattavan osan hankkeen kokonaiskustannuksista. Taajamarakentaminen voi olla kymmeniä kertoja kalliimpaa kilometriä kohden verrattuna haja-asutusalueen rakentamiseen. (Rantala, 2014)

4 Organisointi ja koordinointi valokuiturakentamisessa

4.1 Käytettävät projektinhallinta / dokumentointi työkalut (Optopro, Keycom)

Puuha Puonti Oy:n suorittamassa valokuitutöissä on ollut käytössä suunnittelua, suunnitelmien lukemista ja tulkitsemista varten yleisesti alalla käytössä oleva KeyCom ohjelmisto.

KeyCom on pilvi- ja selainpohjainen järjestelmä tietoliikenneverkkojen suunnitteluun, toteutukseen, operointiin ja hallintaan. Kun kaikki verkkotiedot ovat samassa paikassa, valtuutetut työntekijät ja urakoitsijat voivat yhdessä suunnitella verkkoja, hahmottaa nykyisten verkkojen yhteyksiä sekä paikantaa ja hoitaa häiriötilanteita. (KeyCom, 2025)

Keycom verkkopalvelua käyttävät kaikki urakoitsijat ja se toimiikin yhtenä urakoitsijoiden yhteisenä koordinointityökaluna, koska siitä ilmenee talojen suunnitellut liittymiskohdat runkolinjasta sekä mitä mikrokanavanippuja kyseiselle kadulle on kaivettu.

Mikrokanavanipulla tarkoitetaan usean mikrokanavan (patteri) muodostamaa kokonaisuutta. Kuvan 7 mukaisesti talojen kohdalla näkyy, mikä yksittäinen mikroputki on tarkoitus liittää kiinteistölle.

Kuva 9 on näkymä KeyCom käyttöjärjestelmästä, havainnollistaa miltä suunnitelmat näyttävät

Kuva 9 Suunnitelmapakartta (KeyCom Valoo, 2025)



Optimus DB 12 x 7/3,5 mm sisältää 12 kappaletta yksittäisiä mikroputkia, kuten Kuvassa 7 näkyy, jotka ovat eritelty tietyn värikoodiston mukaisesti, jotta tonttikaivajat tai runkokaivajat näkevät minkä värin eriyttää kiinteistön kohdalla ja puhaltajat tietävät mihin väriin puhaltaa jakokaapilta kuitu.

Värit ovat lajiteltu kuten kuvassa 10 esitetään:

Kuva 10 Valokuitujen värijärjestelmät (Nestor Cables, 2025.)

Fibre or group	Väri suomeksi	Colour in english (IEC 60757)
1.	Sininen (SI)	Blue (BU)
2.	Valkoinen (VA)	White (WH)
3.	Keltainen (KE)	Yellow (YE)
4.	Vihreä (VI)	Green (GN)
5.	Harmaa (HA)	Grey (GY)
6.	Oranssi (OR)	Orange (OG)
7.	Ruskea (RU)	Brown (BN)
8.	Turkoosi (TU)	Turquoise (TQ)
9.	Musta (MU)	Black (BK)
10.	Violetti (VT)	Violet (VT)
11.	Vaaleanpunainen (VP)	Pink (PK)
12.	Punainen (PU)	Red (RD)

Työn edistymisen seuranta ja dokumentointia varten on käytössä OptoPro niminen verkkosovellus. Tähän kaivajat kirjaavat toteutuneet kaivuureitit, kaapeleiden syvyydet, liitoskohdat, valokuvat ja kommentit. Dokumentoinnin merkitys työssä on erittäin suuri.

Kuvat 11 ja 12 havainnollistavat miltä edistymisen piirtäminen näyttää Optopro ohjelmassa, kun kuva 13 taas esittää esimerkinomaisesti vaihtoehtoisen kaivuutyylit, millä reitit voidaan merkata ohjelmaan.

Kuva 11. Yleiskartta (OptoPro, 2025)



Kuva 12. Yleiskartta (OptoPro, 2025)



Standardin SFS 6000-8-814.5 mukaan on maahan tai veteen asennettavien kaapelien sijainnista laadittava sijaintikartta. Kaapelien sijaintimerkinnän kartassa on nojaututtava

koordinaatistoon tai pysyviin, maastossa oleviin kiintopisteisiin. Kartoitus tehdään ennen kaapeliojien täyttöö. Aurauksessa mitataan näkyvissä oleva kaapeliura ennen maanpinnan tasoittamista.

Dokumentoinnissa tulee noudattaa tilaajan ja lupaehtojen ohjeita ja vaatimuksia. Sijaintitiedon (x- ja y-koordinaatit) tarkkuuden tulee olla haja-asutusalueella vähintään 500 mm ja taajama-alueella vähintään 100 mm. Sijainnin z-koordinaatti tai sijainnin syvyystieto on ilmoitettava vähintään ± 100 mm:n tarkkuudella, jos kaapelin syvyys poikkeaa suunnitellusta asennussyvyydestä tai tieto on muusta syystä mitattu. (RYL, 2024)

5 Nykytila ja parannusehdotukset

5.1 Nykyiset haasteet valokuiturakentamisen organisoinnissa

Valokuiturakentamisen suurimmat haasteet liittyvät tällä hetkellä organisoinnin ja eri osapuolten yhteensovittamisen monimutkaisuuteen.

Toimintaympäristö on muuttunut nopeasti: urakoiden määrä on kasvanut, mutta aikataulut ovat samalla kiristyneet, ja työmaita on useita yhtäaikaisesti eri kunnissa. Tämä vaatii entistä parempaa suunnittelua, viestintää ja tiedonhallintaa.

Yksi merkittävä haaste on lupaprosessien ja määräysten kirjavuus eri kuntien välillä. Jokaisella kunnalla on omat käytäntönsä sijoitus- ja kaivulupien suhteen, ja myös valokuidun asennussyvyys vaihtelee suuresti — joissain kunnissa vaaditaan 70 cm, toisissa riittää 50 cm.

Tämä tekee suunnittelusta ja aikataulutuksesta vaikeaa, koska lupien käsittelyaikojen ja ehtojen eroista aiheutuu viivästyksiä ja lisäkustannuksia.

Projektit jakautuvat usein useiden eri osa-alueiden urakoitsijoiden, suunnittelijoiden ja tilaajien kesken. Kun eri osapuolet käyttävät eri järjestelmiä, tiedon siirtyminen ei aina ole sujuvaa. Tällöin vaarana on, että tieto työn etenemisestä, suunnitelmamuutoksista tai työvaiheiden valmistumisesta ei päivyty reaaliajassa kaikille. Tämä näkyy käytännössä esimerkiksi siinä, että työmailla joudutaan tekemään samoja töitä kahteen kertaan tai palaamaan korjaamaan puutteita, koska dokumentointi on viivästynyt.

Tämä on ollut suuri ongelma esimerkiksi vuoden 2024 kaivuiden aikana, joissa on ollut eri yritykset toteuttamassa kunnan puolella tapahtuvaa kaivuuta, kuin yksityisten tonttien osuuksia.

Koska valokuiturakentaminen tehdään usein alihankintaketjujen kautta, työn laatu ja tehokkuus vaihtelevat urakoitsijoittain. Pääurakoitsijan ja alihankintaketjujen välinen tiedonkulku ei aina ole riittävän systemaattista eikä johdonmukaista, tämä korostuu varsinkin, mikäli pääurakoitsijan työnjohto ei ole aktiivisesti mukana työn etenemisessä. Tämä korostuu erityisesti silloin, kun työmaita on useita eri paikkakunnilla ja työryhmien välillä ei ole yhtenäistä raportointikäytäntöä. Aliurakoitsijoiden työn laatu ja aikataulussa pysyminen vaikuttavat suoraan koko projektin onnistumiseen.

Kaivuukaudet ovat Suomessa lyhyitä, ja sääolosuhteet vaikuttavat merkittävästi työn etenemiseen. Kun työt painottuvat keväästä syksyyn, henkilöstö- ja kalustoresurssit ovat usein äärimmilleen käytössä. Pienikin viivästys yhdessä kohteessa voi ketjuttaa aikatauluongelmia muihin projekteihin.

Tämä korostaa ennakkosuunnittelun ja logistiikan merkitystä – etenkin silloin, kun samat työryhmät siirtyvät kohteesta toiseen. Kun tiedonkulku ja aikataulutus eivät ole täysin hallinnassa, syntyy välillä tilanteita, joissa kaivantoja joudutaan avaamaan uudelleen esimerkiksi väärän reitityksen, puutteellisen dokumentoinnin tai jälkikäteen tehtyjen muutosten takia. Nämä ylimääräiset työvaiheet lisäävät kustannuksia ja heikentävät työn tehokkuutta. Jälkikorjaustarve tai toiselta nimeltä ennallistaminen, on osuus, jonka organisoinnissa on puutteita.

Tämä johtuu suuresti siitä, että tähän liittyy useampi osa-alue ja niiden yhteensovittaminen on hankalaa aikatauluviivien takia. Suurin yksittäinen tekijä on kaivuun jälkeiset asfalttityöt, mikäli kaivuureitti on kulkenut asfaltilla, tai asfaltti on vaurioitunut kaivuusta. Mikäli asfalttiennallistaminen viivästyy, on esimerkiksi viheralueiden ennallistaminen mahdotonta näiltä osin, joten työn johdonmukainen ja systemaattinen eteneminen on hankalaa, ennen kuin edellinen vaihe on tehty. Valokuiturakentaminen tapahtuu usein asutulla alueella, ja asiakkaiden kanssa asioidaan suoraan katselmusten ja kaivuutöiden yhteydessä. Kun tiedottaminen ei aina kulje yhtä nopeasti kuin työmaa etenee, syntyy helposti väärinkäsityksiä asukkaiden suuntaan. Tähän tarvitaan selkeä ja yhtenäinen viestintämalli, joka varmistaa, että tieto työvaiheista ja aikatauluista tavoittaa kaikki osapuolet oikea-aikaisesti. Myös se, että usea valokuituoperaattori rakentaa samalle alueelle, herättää asukkaissa paheksuntaa ja vastarintaa työlle.

5.1.1 Projektinhallintajärjestelmien hyödyntäminen

Vaikka käytössä on moderneja työkaluja kuten OptoPro ja KeyCom, niiden täysi hyödyntäminen on vielä kehitysvaiheessa. Ongelmana on usein se, että järjestelmiä käytetään eri tavoin eri urakoitsijoiden ja työryhmien kesken. Tämä aiheuttaa tiedon

katkeamista ja vaikeuttaa kokonaiskuvan hahmottamista. Tarvittaisiin yhtenäinen käytäntö siitä, miten ja milloin tiedot päivitetään ja kuka vastaa niiden ajantasaisuudesta.

Yhteenvetona voidaan sanoa, että organisoinnin haasteet ovat monisyisiä ja liittyvät ennen kaikkea eri osapuolten yhteistoiminnan ja tiedonkulun hallintaan. Työmaiden määrä ja laajuus ovat kasvaneet nopeasti, mutta käytännön johtamisrakenteet ja työkalujen hyödyntäminen eivät ole kehittyneet samassa tahdissa. Tämä näkyy erityisesti aikatauluissa, jälkikorjauksissa ja viestinnässä niin sisäisesti kuin asiakkaiden suuntaan. Puuha Puonti Oy:n näkökulmasta tärkeintä on kehittää toimintaa kohti yhtenäisempää projektinhallintamallia, jossa vastuut, raportointikäytännöt ja työvaiheiden yhteensovittaminen ovat selkeästi määriteltäviä. Näin voidaan vähentää päällekkäistä työtä, parantaa kustannustehokkuutta ja varmistaa, että työ etenee suunnitelmallisesti koko urakkaketjun läpi.

5.2 Logistinen suunnittelu ja aikataulutus

Valokuiturakentamisen onnistumisen kannalta logistinen suunnittelu ja aikataulutus ovat keskeisiä tekijöitä. Työmaat etenevät vaiheittain ja riippuvat useiden osapuolten suorituksista — esimerkiksi suunnittelijoista, kaivuryhmistä, puhallusurakoitsijoista, valokuituteknikoista, asfalttitoista ja lopuksi tarkastus- ja viranomaistyöstä. Kun työmaita on useita yhtäaikaisesti, tarvitaan selkeä järjestelmä, jolla työvaiheet ja resurssit voidaan kohdistaa oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. Usein aikataulutusongelmat alkavat työn alkuvaiheessa liian lyhyestä ennakkosuunnitteluvaiheesta, tai sen puutteellisuudesta. Monesti henkilöt, jotka suunnittelevat työmaat, eivät konkreettisesti käy työmaalla tarkistamassa suunnitelman toteuttamisen edellytyksiä.

Toinen ongelma on, kun työmaa käynnistetään nopeasti heti lupien valmistuttua, jää logistiikan ja resurssien yhteensovittaminen helposti puutteelliseksi. Ennakkopalaverien ja vaihekohtaisten aikataulujen laatiminen vähentäisi turhia siirtoja ja odotusaikoja. Yksi keskeinen haaste on työvaiheiden ketjutus. Kaivuryhmät, puhallusurakoitsijat, teknikot ja asfaltti- ja viimeistelytyöt seuraavat toisiaan tiiviissä aikataulussa, mutta jos yksikin vaihe viivästyy, koko ketju pysähtyy. Esimerkiksi, jos kaivureitti ei ole täysin valmis, ei kuitua voida puhaltaa eikä asfalttiennallistusta aloittaa. Jotta tämä voidaan hallita, tarvitaan selkeä työvaihekohtainen aikataulu, joka yhdistää kaikki urakoitsijat ja työryhmät.

5.2.1 Kaluston ja henkilöstön kohdentaminen

Kaivukausi painottuu kevääseen ja kesään, jolloin sama kalusto ja henkilöstö on jaettava useiden työmaiden kesken. Kun resurssien käyttöä ei suunnitella keskitetysti, syntyy tilanteita, joissa yksi työmaa joutuu odottamaan kalustoa, vaikka toisella työmaalla koneet seisovat. Tähän ongelmaan auttaisi, mikäli kaikki työvaiheet tai niiden resurssointi olisi yhden urakoitsijan hallinnassa, eikä vain siten että ne on jaoteltu eri aliurakoitsijoille ilman konkreettista koordinoitua.

Myös resurssikalenteri tai yhteinen työmaakapasiteettisuunnitelma, jossa näkyvät kaikkien työryhmien, koneiden ja aliurakoitsijoiden varaukset auttaisivat asiaa. Näin työnjohto voisi hallita kokonaisuutta paremmin ja minimoida tyhjäkäynnin.

5.2.2 Kehitystarpeet ja suositukset

Logistisen suunnittelun ja aikataulutuksen kehittämisessä Puuha Puonti Oy:llä olisi hyötyä Lean-rakentamisen periaatteiden soveltamisesta. Tavoitteena olisi vähentää turhaa liikkumista, odottelua ja päällekkäisiä työvaiheita sekä kehittää reaaliaikaista tiedonkulkua työmaiden välillä.

Käytännön toimenpiteitä voisivat olla:

- Työvaihekohtainen aikataulutaulu tai digitaalinen seurantapohja.
- Päivittäiset tai viikoittaiset työmaapalaverit, joissa seurataan etenemistä ja sovitaan muutoksista
- Yhteinen resurssikalenteri kaluston ja henkilöstön kohdentamiseen

5.3 Turhien työvaiheiden ja jälkikorjaustarpeiden minimointi

Yksi merkittävä turhien työvaiheiden lähde on työmaiden suunnitelmien epätasällisyys tai niiden viivästynyt päivittyminen. Kun esimerkiksi kaivureitti muuttuu lupaprosessin tai maasto-olosuhteiden vuoksi, tieto ei aina siirry ajoissa kaikille urakoitsijoille. Tällöin osa työstä voi valmistua väärän suunnitelman mukaan ja joudutaan avaamaan uudelleen. Jälkikorjaukset johtuvat usein siitä, että tieto valmistuneista osuuksista, putkien syvyyksistä tai reitityksistä ei ole tallentunut järjestelmään ajoissa. Kun dokumentointi (esimerkiksi OptoProssa) jää tekemättä heti työvaiheen jälkeen, seuraava urakoitsija ei tiedä, mitä alueita on jo toteutettu ja missä vaiheessa työ on. Tämä johtaa helposti päällekkäiseen

työhön tai väärin tehtyihin liitoksiin.

Ratkaisuna on dokumentoinnin tehostaminen siten, että jokainen työvaihe merkitään järjestelmään päivittäin ja tiedot ovat reaaliaikaisesti nähtävillä kaikille osapuolille.

5.3.1 Työn laadun ja aikataulujen hallinta

Mikäli työn valvonta ja tarkastus eivät ole jatkuvaa, virheitä pääsee helposti syntymään. Tyypillisiä virheitä ovat esimerkiksi liian matalat kaivussyvyudet, väärin sijoitetut mikrokanavat, suunnitelmasta poikkeavat tonttiyhdistykset tai muutokset.

Yksi tapa vähentää yhteensovittamisen kanssa tapahtuvia ongelmia, esimerkiksi että tonttivaraukset ja runkolinjan kaivuu eivät kohtaa suunnitelmamuutosten takia, on se, että työhön valitaan urakoitsija, joka kykenee tekemään kaikki työvaiheet, tai ainakin valvomaan niitä. Eli yksi toteuttavista urakoitsijoista toimisi työmaan projektin johtajana tai koordinaattorina.

Jälkikorjausten kannalta kriittisin vaihe on usein ennallistaminen eli kaivantojen täyttö, tiivistys, multaaminen ja asfaltointi. Työvaiheet ovat riippuvaisia toisistaan: jos asfalttityöt viivästyvät, ei viheralueita voida viimeistellä, ja alue jää keskeneräiseksi. Tämä aiheuttaa ylimääräisiä työvaiheita, työn osittaista tekemistä, uudelleen aloittamista ja aikataulullisia viivästyksiä.

5.3.2 Lean-ajattelun soveltaminen

Turhien työvaiheiden minimoinnissa voidaan hyödyntää **Lean-rakentamisen periaatteita**, joissa pyritään poistamaan kaikki toimintaan arvoa tuottamattomat vaiheet. Käytännössä tämä tarkoittaa:

Työnvaiheiden selkeää rytmitystä ja jatkuvaa virtausta ("yksi työvaihe kerrallaan valmiiksi"). Tiedonkulun standardointia (yhteinen raportointimalli). Jatkovaa parantamista (työmaan palautekierrot ja viikkopalaverit).

5.4 Lean-periaatteet ja organisoinnin optimointi

Lean-ajattelu pohjautuu jatkuvan parantamisen ja hukkan poistamisen periaatteisiin. Rakennusalalla Lean-toimintamalli tarkoittaa ennen kaikkea työn sujuvoittamista,

resurssien tehokkaampaa käyttöä ja eri osapuolten yhteistoiminnan tehostamista. (LCI Finland, 2023)

Puuha Puonti Oy:n näkökulmasta Lean-ajattelun soveltaminen tarkoittaa käytännössä **työmaiden organisoinnin, tiedonkulun ja aikataulutuksen systematisointia** siten, että kaikki työvaiheet tukevat toisiaan ilman turhia odotuksia ja päällekkäistä työtä.

Lean-ajattelu pohjautuu jatkuvan parantamisen ja hukkan poistamisen periaatteisiin. Rakennusalalla Lean-toimintamalli tarkoittaa ennen kaikkea työn sujuvoittamista, resurssien tehokkaampaa käyttöä ja eri osapuolten yhteistoiminnan tehostamista. Puuha Puonti Oy:n näkökulmasta Lean-ajattelun soveltaminen tarkoittaa käytännössä **työmaiden organisoinnin, tiedonkulun ja aikataulutuksen systematisointia** siten, että kaikki työvaiheet tukevat toisiaan ilman turhia odotuksia ja päällekkäistä työtä.

5.4.1 Hukan poistaminen ja työn virtauttaminen

Lean-rakentamisen perusajatus on poistaa kaikki arvoa tuottamaton työ. Valokuiturakentamisessa tämä tarkoittaa muun muassa ylimääräisiä siirtymiä, odottelua, uudelleenkaivuita ja dokumentoinnin viiveitä.

Käytännön tasolla tämä voidaan toteuttaa seuraavasti:

Työvaihekohtainen suunnittelu: jokaiselle työryhmälle määritetään päivän tavoite (esim. kaivu, putkitus, kuitupuhallus, ennallistus), joka tehdään valmiiksi ennen siirtymistä seuraavaan kohteeseen.

Reaaliaikainen dokumentointi: työvaihe kirjataan heti valmistuttua OptoPro- tai KeyCom-järjestelmään, jolloin tieto siirtyy välittömästi seuraavalle urakoitsijalle.

Virtaava työnkulku: tavoitteena on luoda jatkuva työvaiheiden virta niin, että seuraava vaihe voi alkaa heti edellisen päätyttyä ilman odotuksia tai katkoksia. Lean-ajattelun mukaisesti aikataulutusta tulisi nähdä "elävänä prosessina", jota päivitetään jatkuvasti työn etenemisen mukaan. Puuha Puonti Oy:ssä tämä voisi tarkoittaa esimerkiksi viikkopalaverimallia (**Last Planner System**), jossa työnjohto ja työryhmät tarkastavat yhdessä viikon aikataulun, valmistuneet osuudet ja seuraavan viikon tavoitteet sekä **resurssikalenterin** käyttöönottoa, johon merkitään kaluston, henkilöstön ja

aliurakoitsijoiden varaustilanne reaaliaikaisesti. Tämä vähentää odottelua ja varmistaa, että oikeat resurssit ovat oikeassa paikassa. (Koskela ym., 2002)

5.4.2 Standardoidut työvaiheet ja yhtenäiset toimintamallit

Lean-optimoinnin kannalta on tärkeää, että työvaiheet toteutetaan mahdollisimman yhtenäisesti eri työmailla ja eri urakoitsijoiden toimesta. Tämä vähentää virheiden määrää ja helpottaa työnjohdon valvontaa.

Käytännön toimenpiteitä ovat esimerkiksi:

Yhtenäinen työmaastandardi, jossa määritellään kaivussyvyudet, putkiasennustavat, kaivuun täyttömenetelmät ja dokumentointivaatimukset. Valokuvadokumentointi tietyillä vaatimuksilla, kuten syvyysmittauksella mittanauhalla, on erittäin tärkeä osa dokumentointia. Yksi hyvä tapa on visuaalinen seuranta työmaatoimistolla tai digitaalisessa alustassa, jossa esitetään selkeästi työn eteneminen.

5.4.3 Jatkuva parantaminen ja palautekulttuuri

Lean-toimintamalli perustuu jatkuvaan kehittämiseen ja työntekijöiden osallistamiseen. Jokaisen työvaiheen jälkeen on syytä pysähtyä arvioimaan, mikä sujui hyvin ja mitä voidaan parantaa seuraavalla työmaalla. Puuha Puonti Oy:ssä tätä voisi toteuttaa esimerkiksi lyhyillä viikkopalautekeskusteluilla työnjohdon ja työryhmien välillä, joissa kirjataan esiin tulleet ongelmat ja ratkaisut.

Tämän voi toteuttaa myös työkohteikohtaisilla keskusteluilla, mikä tarkoittaisi sitä, että tietyn metrillisen etenemisen jälkeen käydään asiat läpi. Yksi toteutusmuoto on kehitysehdotusten kirjaaminen yhteiseen järjestelmään, jotta onnistumisia ja virheitä voidaan seurata ja jakaa. Näin syntyy kulttuuri, jossa työntekijöiden osaamista ja kokemuksia hyödynnetään osana yrityksen jatkuvaa parantamista.

5.4.4 Lean-ajattelin hyödyt organisaatiolle

Lean-periaatteiden jalkauttaminen voisi tuoda Puuha Puonti Oy:lle useita hyötyjä, kuten työvaiheiden selkeytyminen ja päällekkäisyyksien väheneminen, aikataulujen paremmin hallittavuus ja läpinäkyvyys.

Lean ajattelun tuomia hyötyjä ovat myös vähemmät jälkikorjaukset ja laadun paraneminen sekä työntekijöiden osallistuminen ja sitä kautta heidän motivaationsa lisääntyminen. Tällä tavalla yritykselle syntyy myös parempi yhteistyö aliurakoitsijoiden ja tilaajien välillä.

5.4.5 Yhteenveto

Lean-periaatteiden soveltaminen valokuiturakentamisessa tarjoaa selkeät keinot työn organisoinnin optimointiin. Keskeistä on hukan poistaminen, työvaiheiden standardointi ja jatkuvan parantamisen kulttuurin luominen.

Puuha Puonti Oy:n kannalta Lean-ajattelu ei tarkoita suurta rakennemuutosta, vaan pienien, toistuvien parannusten tekemistä päivittäisessä toiminnassa – työmailla, aikatauluissa ja tiedonkulussa. Näin yritys voi parantaa tehokkuuttaan, laatuaan ja kannattavuuttaan tulevilla urakkakausilla.

5.5 Kustannusten hallinta ja mahdolliset säästökohteet

5.5.1 Aikatauluviiveiden ja turhan työn kustannusvaikutukset

Yksi merkittävimmistä kustannustekijöistä on aikatauluviive. Jokainen viivästynyt työvaihe lisää kustannuksia työvoiman, kaluston ja aliurakoitsijoiden osalta. Lisäksi odottelusta aiheutuvat kustannukset ovat usein piilossa, mutta kumuloituvat koko projektin aikana. Kun työmaiden aikataulutusta ja resurssienhallintaa parannetaan, voidaan vähentää seisona-aikaa ja päällekkäisiä työvaiheita. Tämä tuo suoraa säästöä erityisesti kaluston käyttöasteessa ja työn tehokkuudessa.

Aliurakoinnin osuus kokonaiskustannuksista on huomattava. Tämän vuoksi on tärkeää, että aliurakoitsijoiden käyttöä hallitaan keskitetysti ja työvaiheiden rajapinnat ovat selkeitä. Kun pääurakoitsija ohjaa työvaiheita aktiivisesti ja dokumentointi on reaaliaikaista, voidaan välttää virheitä ja epäselvyyksistä johtuvia lisätöitä. Aina mikäli mahdollista, tulisi työvaiheissa, jotka eivät ole samaan aikaan suoritettavia, tai toistensa resursseja syöviä, suorittaa sama yritys, jotta tiedonkulku on sujuvampaa.

5.5.2 Lean-periaatteiden tuomat kustannussäästöt

Lean-ajattelun mukaiset kehitystoimet tukevat suoraan kustannusten hallintaa. Kun turhat työvaiheet poistetaan ja työvaiheiden virtaus paranee, säästetään sekä aikaa että rahaa. Esimerkiksi Last Planner Systemin käyttöönotto työmaapalaverissa vähentää virheitä ja parantaa suunnitelmien toteutusvarmuutta. Lisäksi 5S-menetelmän (järjestä, systematsoi, siivoa, standardoi, säilytä) soveltaminen työmailla vähentää etsimiseen ja siirtymisiin kuluvaa aikaa, mikä parantaa tuottavuutta ja työturvallisuutta samanaikaisesti.

Jälkikorjausten teettäminen on usein suurimpia yksittäisiä kustannusten aiheuttajia. Jokainen uudelleenkaivettu tai korjattava osuus sitoo resursseja ja pidentää projektin kokonaisaikaa. Panostamalla **työn laadunvalvontaan ja välitarkastuksiin** voidaan estää nämä kustannukset jo ennen niiden syntymistä. Jokaisen työvaiheen dokumentointi ja hyväksyntä ennen seuraavan aloittamista pienentävät korjausten määrää ja lisäävät tilaajan luottamusta työn laatuun. Mikäli työvaiheessa käytetään useaa aliurakoitsijaa, on myös vaikea löytää selkeä syy jälkikorjauksen tarpeelle ja sitä kautta mahdollinen maksaja korjaustyölle. Tämä on tärkeää, jotta työn tilaaja ei joudu maksamaan samasta työstä useaan otteeseen, mikäli on epäselvää kenen urakoitsijan takuukorjauksiin, korjaus kuuluu.

5.6 Teoreettisen aineiston vertailu käytännön puoleen

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys käsitteli valokuiturakentamisen organisointia, projektinhallintaa ja Lean-rakentamisen periaatteita. Käytännön osuudessa puolestaan tarkasteltiin Puuha Puonti Oy:n toimintaa, sen organisointimallia ja käytännön haasteita työmaiden johtamisessa. Teorian ja käytännön vertailu osoittaa, että monet kirjallisuudessa esiin tuodut haasteet ja kehitystarpeet vastaavat hyvin yrityksen arjen havaintoja. Teorian mukaan tehokas rakennusorganisaatio perustuu selkeään työnjakoon, roolitukseen ja viestintärakenteeseen. Käytännössä Puuha Puonti Oy:ssä työnjohto toimii monessa roolissa samanaikaisesti – vastaten sekä työmaan operatiivisesta ohjauksesta että resurssien koordinoinnista useilla eri paikkakunnilla.

Tämä havainto tukee teoriaa siinä, että kasvava urakkamäärä vaatii työnjohdon tueksi selkeämpiä vastuurajoja ja keskitettyä organisointimallia. Käytännön haasteet, kuten aikataulupaineet ja tiedonkulun katkokset, vahvistavat teorian näkemyksen siitä, että johtamisen ja projektinhallinnan rakenteet on päivitettävä kasvun myötä.

5.6.1 Tiedonkulku ja dokumentointi

Kirjallisuudessa korostetaan reaaliaikaisen tiedon merkitystä (Cederlöf, 2021). Kun työmaiden tilannepäivitykset ja suunnitelmamuutokset siirtyvät viiveettä kaikille osapuolille, voidaan välttää päällekkäistä työtä ja virheitä.

Käytännön havainnot Puuha Puonti Oy:stä osoittavat, että dokumentointi ja tiedonkulku ovat edelleen pirstaleisia. Eri järjestelmien käyttö vaihtelee urakoitsijoittain, ja tieto ei aina siirry reaaliaikaisesti työnjohdon ja tilaajan välillä. Tämä vahvistaa teoreettista näkemystä siitä, että yhtenäinen tiedonhallintajärjestelmä on keskeinen osa nykyaikaista valokuiturakentamisen organisointia.

5.6.2 Lean-ajattelun soveltaminen

Lean-periaatteiden mukaan työn tuottavuus paranee, kun hukka poistetaan, työvaiheet standardoidaan ja jatkuvaa parantamista tuetaan organisaation kaikilla tasoilla.

Käytännön puolella havaittiin, että vaikka Puuha Puonti Oy:n toiminnassa on jo monia Lean-ajattelun mukaisia elementtejä kuten selkeä vaiheittainen työn eteneminen ja käytännönläheinen työnjohtomalli.

Kuitenkaan järjestelmällinen Lean-työkalujen hyödyntäminen (esim. 5S, Last Planner System) ei ole vielä vakiintunutta. Tämä tarjoaa selkeän kehitysalueen tuleville kausille. (Lehtiö, 2024)

5.6.3 Logistiikka ja resurssienhallinta

Teoriassa painotetaan, että rakennusprojektien logistiikka tulee suunnitella osana koko hankkeen virtausketjua (Koskela ym., 2002). Käytännössä Puuha Puonti Oy:ssä logistiikka perustuu pitkälti työnjohdon kokemukseen ja päivittäiseen reagointiin, mikä toimii pienemmissä projekteissa, mutta ei enää suurissa samanaikaisissa urakoissa.

Tämä tukee teorian käsitystä siitä, että logistiikan suunnitelmallisuuden ja materiaalien ja resurssien hallinnan seuranta ja digitalisointi on olennainen askel kohti tehokkaampaa ja ennakoitavampaa toimintaa.

5.6.4 Kustannusten hallinta ja optimointi

Lean-rakentamisen teorian mukaisesti kustannusten hallinta saavutetaan poistamalla hukkaa ja varmistamalla sujuva työn virtaus (LCI Finland 2022). Puuha Puonti Oy:n käytännön havainnot osoittavat, että kustannuksiin voidaan vaikuttaa eniten työmaiden paremmalla aikataulutuksella, materiaalilogistiikan hallinnalla ja jälkikorjausten minimoinnilla. Tämä vahvistaa teoreettisen mallin toimivuuden käytännössä ja osoittaa, että yritys on oikealla tiellä kehittäessään toimintaa Lean-ajattelun suuntaan.

Teorian ja käytännön vertailu osoittaa, että Puuha Puonti Oy:n valokuiturakentamisen haasteet ja kehitystarpeet ovat hyvin linjassa kirjallisuuden esittämien havaintojen kanssa. Teoreettinen viitekehys tukee erityisesti seuraavia johtopäätöksiä:

- Työnjohdon ja projektinhallinnan roolit tulee määrittää selkeämmin
- Tiedonkulku ja dokumentointi on yhtenäistettävä reaaliaikaiseksi
- Lean-periaatteiden käyttöönotto voi merkittävästi tehostaa toimintaa
- Logistiikan ja resurssien aikataulutuksen suunnitelmallisuus vähentää kustannuksia ja virheitä

6 Johtopäätökset

Työn ja tilanteen analyysin perusteella voidaan todeta, että Puuha Puonti Oy:n toiminta on kehittynyt nopeasti, mutta käytännön organisointi ei ole vielä täysin vastannut kasvaneiden urakoiden vaatimuksia. Keskeiset johtopäätökset ovat seuraavat: **Organisointimalli tarvitsee selkeyttämistä.**

Työnjohto on tällä hetkellä kuormittunut operatiivisista tehtävistä ja vastaa useista työmaista samanaikaisesti. Tämä lisää riskiä aikatauluviiveisiin ja tiedonkulun ongelmiin. Yrityksen tulisi määritellä tarkemmin työnjohdon, projektipäälliköiden ja aliorakoitsijoiden vastualueet. **Tiedonkulku ja dokumentointi ovat kriittisiä kehityskohteita.** Työmaiden tiedot eivät aina päivitty reaaliaikaisesti, mikä aiheuttaa päällekkäistä työtä ja jälkikorjauksia. Yhtenäinen digitaalinen järjestelmä (esim. OptoPro) tulisi ottaa käyttöön kaikissa urakoissa, ja sen käyttöohjeistus olisi vakioitava. **Lean-periaatteet tarjoavat toimivan viitekehysten kehittämiseksi.** Lean-ajattelun keskeiset periaatteet – hukan poistaminen, virtaava työkulku ja jatkuva parantaminen – soveltuvat hyvin valokuiturakentamiseen. Niiden avulla voidaan parantaa työn tehokkuutta, vähentää kustannuksia ja lisätä työn ennustettavuutta.

Logistiikka ja aikataulusuunnittaminen vaikuttavat suoraan kannattavuuteen. Ennakoiva resurssienhallinta ja yhteinen työmaakalenteri auttaisivat tasoittamaan kaivukausien kuormitusta. Materiaalilogistiikan suunnitelmallisuus puolestaan vähentää seisonta-aikoja ja varastointikustannuksia. **Laatu ja jälkikorjausten määrä kytkeytyvät suoraan organisointiin.** Välihyväksyntäkäytännöt ja laadunvalvonnan parantaminen työvaiheittain vähentäisivät virheitä ja lisätöitä, jotka ovat merkittävä kustannustekijä projekteissa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ja kehittää Puuha Puonti Oy:n valokuiturakentamisen organisointia ja tuoda esiin käytännön keinoja, joilla yritys voi parantaa työn suunnitelmallisuutta, tiedonkulkua ja kustannustehokkuutta. Työ toteutettiin yrityksen omien työmaiden ja prosessien pohjalta, joten tulokset ovat suoraan sovellettavissa käytännön toimintaan.

Opinnäytetyön aikana kävi selvästi ilmi, että yrityksen toiminta on kehittynyt nopeasti, mutta kasvu on myös lisännyt painetta organisaation sisäisille rakenteille. Työ osoitti, että valokuiturakentamisen suurimmat haasteet liittyvät projektien samanaikaisuuteen, tiedonkulun hajanaisuuteen sekä resurssien ja aliurakoitsijoiden hallintaan. Nämä ovat tyypillisiä kehitysvaiheessa olevien urakointiorganisaatioiden ongelmia, joissa toiminta on vielä osittain henkilöriippuvaista.

Teoreettisen viitekehyksen ja käytännön havaintojen vertailu vahvisti käsityksen siitä, että Lean-periaatteiden soveltaminen on tehokas tapa vastata näihin haasteisiin. Lean-ajattelu ei tarkoita suuria rakenteellisia muutoksia, vaan jatkuvaa parantamista, työn virtauksen selkeyttämistä ja hukan poistamista. Näiden periaatteiden tuominen osaksi yrityksen arkea ja niiden ylläpitäminen voi merkittävästi tehostaa työmaiden toimintaa ja erityisesti johtamista ja vähentää ylimääräisiä kustannuksia.

Työn aikana syntyneet kehitysehdotukset, kuten yhtenäinen projektinhallintajärjestelmä tai sen yhtenevät käyttöohjeistukset yrityksen sisällä, välihyväksyntäkäytännöt, resurssikalenteri ja viikoittainen Last Planner -palaveri, muodostavat konkreettisen työkalupaketin, jota voidaan hyödyntää tulevilla kaivuukausilla. Näiden toimenpiteiden käyttöönotto edellyttää kuitenkin johdon sitoutumista ja henkilöstön kouluttamista, jotta muutokset muuttuvat osaksi päivittäistä toimintaa rutiininomaisesti.

Oman oppimisen näkökulmasta työ tarjosi mahdollisuuden kirjata ylös laajan kokonaiskuvan siitä, miten valokuiturakentamisen projektit muodostuvat ja miten tämän kokoluokan organisaatio toimii käytännössä. Työnjohtajan roolin kautta saatu kokemus tuo

syvyyttä tutkimukseen ja auttoi tunnistamaan kehitystarpeet realistisesti kentän näkökulmasta.

Lähteet

Asiakastieto. (2025). Puuha Puonti Oy taloustiedot.

<https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/puuha-puonti-oy/31982115/taloustiedot>

Cederlöf, L. (2021). Lean-työkalujen jalkautus työmaakäyttöön.

<https://trepo.tuni.fi/handle/10024/132029>

Edilex. (2025). Laki sähköisen viestinnän palveluista 917/2014. <https://www-edilex-fi.ezproxy.hamk.fi/lainsaadanto/20140917#O9L28>

Geomatikk. (2025). Verkonomistajien kaivuohjeet.

<https://verkkoselvitys.fi/fi/palvelut/kaapelitiedustelu/kaivuohje/>

KeyCom. (2025).

<https://www.keypro.fi/fi/keycom>

KeyCom Valoo. (2025). Suunnitelmapaketti

<https://valoo.keycom.keypro.fi/>

Koskela, L., Howell, G., Ballard, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. Teoksessa R. Best & G. de Valence (toim.), Design and Construction (s. 211–226). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.4324/9780080491080-16>

LCI Finland. (2023). RAIN3-hankkeen aineistot (2022–2025). <https://lci.fi/rain-tyopaja-aineistot/rain3-hankkeen-aineistot-2022-2025>

Lehtiö, T. (2024). Lean-ajattelun soveltaminen rakennushankkeen luovutusvaiheeseen [AMK-opinnäytetyö]. <https://www.theseus.fi/handle/10024/860598>

Nestor Cables. (2021). Asennusohjeet.

<https://www.nestorcables.fi/kaapelitietoutta/asennusohjeet.html>

Nestor Cables. (2025). Optimus DB 7/3,5 mm — Mikrokanava. [kuva]

<https://www.nestorcables.fi/tuotteet/mikrokanavatekniikka/mikrokanavat/maahan-asennettavat-mikrokanavat/optimus-db-735-mm-mikrokanava.html>

Nestor Cables. (2025). Valokuitujen värijärjestelmät. [kuva]

<https://www.nestorcables.fi/kaapelitietoutta/varijarjestelmat.html>

OptoPro. (2025). Yleiskartta. [kuva]

<https://adola.fi.optopro.se/>

Pipelife. (2025). Pipelife tuotetietokanta. <https://catalog.pipelife.com/fi/articlelist/pvc-alitusputket-181189/179181/pvc-s-sn-30>

Puuha Puonti. (2025).

<https://www.puuhapuonti.fi/>

Rantala, O.-P. (2014). Valokuitukaapeleiden rakentamisen edistäminen taajama-alueilla. Liikenne- ja viestintäministeriö. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/78772/Julkaisuja_38-2014.pdf

RYL. (2024).

https://ryl.rakennustieto.fi/ryl/infrayl/2024_2/

TUKES. (2022). SFS 6000-8-814-2022[kuva].

Valoo. (2023). Valokuidun rakennus – Näin valokuitu tuodaan kotiisi.

<https://www.valoo.fi/valokuitu/valokuidun-rakennus/>

Valoo. (2025). Valokuitu Hyvinkää — Valoo Valokuitu.[kuva]

<https://www.valoo.fi/rakennettavat-alueet/hyvinkaa/>

YLE. (2024). Osa kunnista antaa rakentaa valokuitua todella lähelle maan pintaa – ”Voi sattua suuria vahinkoja”, varoittaa insinööri. Yle Uutiset. <https://yle.fi/a/74-20122694>

YLE. (2024). Osa kunnista antaa rakentaa valokuitua todella lähelle maan pintaa. [kuva]

<https://yle.fi/a/74-20122694>

Kehitysehdotukset Puuha Puonti

Puuha Puonti Oy:n valokuiturakentamisen ja toiminnan kehittämiseksi voidaan esittää seuraavat konkreettiset toimenpiteet:

Toimintamallin ja vastuiden selkeyttäminen

- Määritellään työnjohdon, projektipäälliköiden ja aliurakoitsijoiden vastualueet kirjallisesti.
- Luodaan selkeä raportointiketju ja vastuunjakokaavio, joka on yhteinen kaikille urakoille.
- Otetaan käyttöön **viikoittaiset johtoryhmäpalaverit**, joissa käydään läpi urakoiden eteneminen ja resurssitilanne.

Tiedonkulun ja dokumentoinnin yhtenäistäminen

- Otetaan käyttöön käytäntö, että kaikki tekijät päivittävät edistymisensä järjestelmään (esim. OptoPro) ja koulutetaan kaikki aliurakoitsijat sen käyttöön.
- Määritellään selkeät aikataulut dokumentoinnille – esimerkiksi työvaiheen valmistuttua päivitys tehdään saman päivän aikana.

Lean-periaatteiden jalkauttaminen

- Otetaan käyttöön viikotason Last Planner -palaverit, joissa työryhmät suunnittelevat ja seuraavat etenemistä yhdessä työnjohdon kanssa.
- Käynnistetään pilottiprojekti, jossa testataan 5S-menetelmää työmaiden järjestyksen ja tehokkuuden parantamiseksi.
- Luodaan palaute- ja kehityskäytäntö, jossa työntekijät voivat ehdottaa parannuksia ja kirjata ne ylös järjestelmään.

Logistiikan ja resurssienhallinnan kehittäminen

- Rakennetaan yhteinen resurssikalenteri, johon kirjataan koneiden, henkilöstön ja aliurakoitsijoiden varaukset.

- Tehostetaan materiaalilogistiikkaa keskittämällä varastointia ja hyödyntämällä yhteishankintoja.
- Lisätään yhteistyötä materiaalitoimittajien kanssa toimitusrytmin ja aikataulujen vakioimiseksi.

Laadunhallinnan ja jälkikorjausten vähentäminen

- Käyttöön välitarkastusmalli, jossa kukin työvaihe hyväksytään ennen seuraavaan siirtymistä.
- Ennallistusvaiheeseen nimetään vastuuhenkilö, joka varmistaa työn oikea-aikaisen toteutuksen eri urakoitsijoiden välillä.
- Toteutetaan vuosittain sisäinen laadunkehityspalaveri, jossa käydään läpi kauden aikana ilmenneet virheet ja kehitystoimet niiden ehkäisemiseksi.